

**Einfluß der Luft-Temperatur
und -Feuchte auf die Hauttemperatur
des Schweines**

Josef Leineweber

1961

Aus dem Tierhygienischen Institut der Universität München
Vorstand: Professor Dr. A. Meyn

EINFLUSS DER LUFTTEMPERATUR UND -FEUCHTE
AUF DIE HAUTTEMPERATUR DES SCHWEINES

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Josef L eineweber
appr. Tierarzt
aus
Herste/Westfalen

München 1961

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

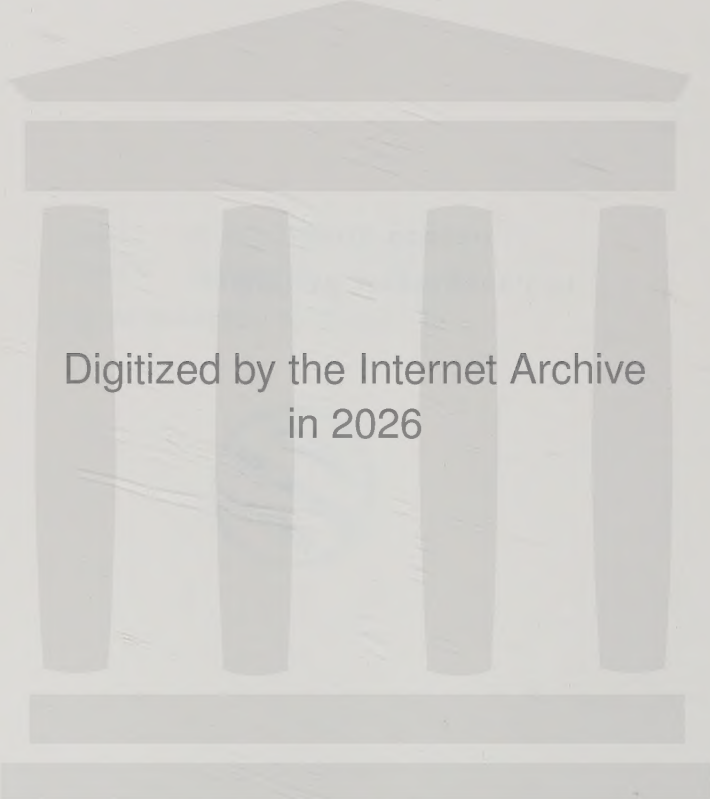
Dekan: Professor Dr. A. Meyn

Referent: Professor Dr. A. Meyn

Tag der Promotion: 24. Februar 1961



Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555620_0027

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung	1
II. Schrifttum	2
A. Anatomie und Physiologie der Haut	2
B. Körpertemperatur	4
1.) Ort der Wärmebildung	5
2.) Wärmeregulation	6
a.) Physikalische Wärmeregulation	7
b.) Chemische Wärmeregulation	9
3.) Nervöse Steuerung der Wärmeregulation	10
4.) Grenzen der Wärmeregulation	10
a.) Grenzen der Regulation in der Hitze	10
b.) Grenzen der Regulation in der Kälte	12
C. Das Temperaturfeld des Körpers	13
D. Die Hauttemperatur beeinflussende Faktoren	13
E. Geschichte und Methode der Hauttemperaturmessung	16
III. Eigene Untersuchungen	21
A. Material und Technik	21
B. Hauttemperaturmessungen an gesunden Schweinen bei Stalltemperaturen zwischen 0° und 20° C	25
a.) Versuch I	25
b.) Versuch II	26
c.) Versuch III	26
d.) Versuch IV	27
e.) Versuch V	27
C. Hauttemperaturmessungen an gesunden Schweinen bei Temperaturen zwischen 20° und 36° C	31
a.) Versuch VI	31
b.) Versuch VII	32
c.) Versuch VIII	32
d.) Versuch IX	33
e.) Versuch X	33
f.) Versuch XI	34
g.) Versuch XII	34

	Seite
D. Hauttemperaturmessungen an gesunden Schweinen bei Außentemperaturen von 0° und tiefer	39
a.) Versuch XIII	39
b.) Versuch XIV	40
E. Hauttemperaturmessungen bei an Rotlauf erkrankten Schweinen	42
a.) Versuch XV	43
b.) Versuch XVI	44
IV. Besprechung der Ergebnisse	47
V. Zusammenfassung	55
VI. Literaturverzeichnis	57
VII. Tabellen	63
VIII. Lebenslauf	87

I. EINLEITUNG

Die Leistung unserer landwirtschaftlichen Nutztiere ist in großem Umfange abhängig von den Umwelteinflüssen, denen sie ausgesetzt sind. Dabei kommt dem Klima neben den Stall- und Futterverhältnissen eine besondere Bedeutung zu.

Dem Schwein, das infolge der Domestikation am geringsten behaart ist von allen Haustierarten, fehlt der Schutz gegen die wechselnden Einflüsse der Außentemperatur, der Luftfeuchte, der Luftbewegung und der Sonnenbestrahlung. Bei älteren und gut genährten Schweinen übernimmt den Schutz gegen Unterkühlung das oft massive subkutane Fettpolster, das jedoch bei Überhitzung eine entsprechende Wärmeabgabe verhindert. Das junge wachsende Schwein ist durch Wärmeverlust besonders gefährdet; es benötigt einerseits zum Aufbau der körpereigenen Substanz erhebliche Energie, andererseits fehlt ihm das subkutane Fettpolster und ebenfalls ein schützendes Haarkleid.

In der Fachliteratur herrscht bis heute keine einheitliche Meinung darüber, bei welcher Außentemperatur und relativen Luftfeuchte vom Schwein je nach Lebensalter, Ernährungszustand und Nutzungszweck eine optimale Leistung zu erwarten ist. Bekannt ist jedoch, daß die Leistung der Tiere in hohem Maße von umweltgebundenen Faktoren abhängt. Es ist also wichtig, für diese Umwelteinflüsse die optimalen Werte zu ermitteln.

Der Haut als Grenzorgan zwischen dem Körperinneren und dem umgebenden Medium fallen im Rahmen des Wärmehaushaltes des Körpers wichtige Aufgaben zu sowohl hinsichtlich chemischer als auch der physikalischen Wärmeregulation. Daher gestattet die Hauttemperaturmessung neben anderen Reaktionen gewisse Rückschlüsse auf den Energiehaushalt des tierischen Körpers und auf die Beeinflussung durch die verschiedenen Umweltfaktoren.

Vom Vorstand des Tierhygiene Instituts der Universität München, Herrn Prof. Dr. A. Meyn, wurde mir die Aufgabe gestellt, mit einem genau arbeitenden Thermometer zu untersuchen, wie das Schwein bezüglich seiner Hauttemperatur auf die verschiedenen Außentemperaturen und die relativen Luftfeuchten reagiert, und welche Schlüsse sich daraus auf den Wärmehaushalt des Schweines ziehen lassen.

II. SCHRIFTTUM

A.) Anatomie und Physiologie der Haut

Bevor ich näher auf die Hauttemperatur eingehe, seien einige grundlegende Dinge über die Anatomie und Physiologie der Haut dargelegt.

Die Haut bildet eine zusammenhängende Hülle um den ganzen Körper, die nur an den natürlichen Körperöffnungen unterbrochen wird, wo sie in die ähnlich gebaute Schleimhaut der anschließenden Hohlorgane übergeht. Nach Ellenberger - Baum (19) scheidet sich die äußere Haut, das *Integumentum commune*, in die eigentliche Haut, *Cutis*, und die *Subcutis*, von denen erstere in zwei genetisch zu trennende Schichten zerfällt, in die Oberhaut, *Epidermis*, die epithelialzellige Oberflächenbekleidung darstellend, und in die Lederhaut, *Corium*, die derbe bindegewebige Eigenschicht repräsentierend, die ihrerseits die Haarwurzeln und die Hautdrüsen als epidermale Sondergebilde umschließt. Die Haut variiert in Dicke und Festigkeit nach Tierart, Rasse, Individualität, Körpergegend, Geschlecht und Alter. So hat das Rind die dickste und das Schaf die feinste Haut. Am Rücken und der Streckseite der Gelenke ist sie dicker als am Bauch und an der Beugeseite der Gelenke.

Die Unterhaut (*Subcutis*) befestigt die Haut an der Unterlage und verhält sich nach Körpergegenden verschieden. Sie besteht nach Krölling - Grau (36) aus lockerem kollagenelastischem Gewebe, das durch Balken und Lamellen in sekundäre Räume unterteilt und von einer homogenen, kolloidalen Grundsubstanz durchtränkt ist. Die Spalträume können traubenförmig aufgeteilte Nester, Gruppen und Läppchen von Fettgewebe enthalten, die als typischer Bestandteil der *Subcutis* als *Panniculus adiposus*, Fettpolster, unter der Haut bilden. Die *Subcutis* stellt eine Prädispositionsstelle erster Ordnung für Fetteinlagerung dar. Ein ganzes, zusammenhängendes Fettpolster - besonders stark bei Mästung - entwickelt sich beim Schwein (die Schicht des Specks). In der Unterhaut finden sich ferner reiche Geflechte von Gefäßen und größere Netze von Nerven.

Ohne scharfe Grenze schließt sich an die *Subcutis* das *Corium*, die Lederhaut, an, die je nach lokaler Mächtigkeit die Dicke der Haut bestimmt. Es teilt sich in das subepidermale gelegene *Stratum papillare* (undeutlich an der behaarten Haut) und in das tiefer liegende *Stratum reticulare*. Ersteres besteht aus Tonofibrillen, kollagenen und elastischen Fasern, letzteres ist zellärmer und wird gebildet aus bis 100 μ dicken, kollagenen Bindegewebsbündeln, die

zur Epidermis tangential verlaufen und untereinander strohmattenförmig durchflochten sind. Das Corium ist reich an Blutgefäßen und Nerven. Ferner befestigt das Corium die Haarwurzeln und die Talgdrüsen. Die sich auch in ihr befindenden Schweißdrüsen reichen tiefer bis in die Subcutis.

Als schützende, epitheliale Decke liegt dem Corium die Epidermis auf. Sie baut sich aus mehreren Lagen von Epithelzellen auf, die dem Stratum papillare des Corium fest aufliegen, in welchen die Blutkapillaren zur Ernährung der Epidermis liegen, die selbst blutgefäßfrei ist. In der Nähe der Unterlage sind die Epidermiszellen vollsaftig, polygonal und zutiefst zylindrisch. Weil dort der Ersatz der vorgeschobenen, flacher werdenden und verhornenden Zellen stattfindet, nennt man die tiefste Schicht auch *Strat. cylindricum* oder *Strat. germinativum*. Auf die Keimschicht schließt sich eine, je nach Epidermisdicke variable Schichtenzahl von polyedrischen, gegen die Oberfläche mehr platten Zellen an. Dem *Strat. germinativum* folgt zur Peripherie zu das *Strat. spinosum*, *Strat. granulosum*, *Strat. lucidum* und *Strat. corneum* oder *mortificatum*. Alle diese Schichten bilden eine dynamische Einheit. Das *Strat. corneum* oder *mortificatum* besteht aus mehreren Lagen abgestorbener stark abgeplatteter Zellen, die laufend abgestoßen werden (Schuppen).

Nach Scheunert - Trautmann (49) sind in der Haut vor allem drei Sinnesqualitäten zu unterscheiden: die Tastempfindungen (Berührungs- und Druckempfindung), die Schmerzempfindung und die Temperaturempfindung. Die Hautsinne sind dadurch gekennzeichnet, daß sie an bestimmte Punkte gebunden sind. Es ist also keineswegs die gesamte Haut für die verschiedenen Reize gleichmäßig empfindlich, sondern man kann auf der Haut Druck-, Schmerz- und Temperaturpunkte feststellen, die an verschiedenen Stellen liegen und histologisch durch bestimmte anatomische Gebilde gekennzeichnet sind.

Unsere Kenntnisse über diese Sinne beim Tier sind gering, wir schließen hierbei im wesentlichen aus den Verhältnissen beim Menschen.

Nach Krölling - Grau (36) enden im geschichteten Plattenepithel und im Bindegewebe die sensiblen, zentripetalen Nervenfasern frei oder in Endkörperchen. Sie dienen als Perzeptionsstellen für bestimmte Reize. Bei den freien (meist intraepithelialen) Endigungen gehen die Nervenfasern nach Verlust sämtlicher Scheiden und Auflösung in Neurofibrillen in feine interzelluläre Spitzen und Ösen oder knopfförmige Anschwellungen aus. Die freien Nervenendigungen in der Epidermis vermitteln wahrscheinlich die Schmerzempfindung. Zu den Nervenendigungen in Endkörperchen gehören die Merckelschen und die Meissnerschen Tastzellen, die Grandryschen Körperchen und die Vater-Pacinischen La-

mellenkörperchen, welche alle der Tast- und Druckempfindung dienen. An den behaarten Körperstellen vermitteln die von Nervennetzen umspannenen Haarwurzeln diese Empfindung.

Auch die Krauseschen Endkolben zählen histologisch zu den Kolben- bzw. Lamellenkörperchen. Man hält sie für Kälterezeptoren.

Als Organe für den Wärmesinn dienen die Ruffinischen Körperchen. Die Krauseschen- und die Ruffinischen Körperchen liegen im Strat. papillare des Corium, wobei die Organe der Kälteempfindung oberflächlicher liegen als die für die Wärmeempfindung. Die Verteilung der Temperaturpunkte ist sehr ungleichmäßig. Das bezieht sich insbesondere auf die Wärmepunkte, die an vielen Hautstellen fehlen. Eine adäquate Reizung des Temperatursinnes ist jedesmal dann gegeben, wenn in der Haut mit einer gewissen Geschwindigkeit eine Änderung des normalen Temperaturgefälles erfolgt. Die Wärmepunkte werden also durch Wärmezufuhr, die Kältepunkte durch Wärmeentzug der Haut in Erregung versetzt. Hierbei spielt der augenblickliche Temperaturzustand der Haut eine Rolle. Die Temperaturpunkte sind nicht in der Lage, absolute Temperaturempfindungen zu übermitteln. Die Temperatursinnesorgane der Homoiothermen haben auf zweierlei Weise Bedeutung für die Temperaturregelung, einmal durch unmittelbare Auslösung reflektorischer Vorgänge, zum anderen durch Temperaturempfindungen, die ihrerseits bestimmte Verhaltensweisen auslösen.

Das Haarkleid als Wärmeschutz hat keine wesentliche Bedeutung beim Schwein, an dessen Stelle tritt die zum Teil massive subkutane Fettschicht.

B. Körpertemperatur

Die Grundlage zum Verständnis der Hauttemperatur bildet eine genaue Kenntnis der Körpertemperatur, ihrer Entstehung, ihrer Regelung und ihrer Steuerung.

Hinsichtlich ihrer Körpertemperatur verhalten sich nicht alle Tiere gleichartig. Es gibt solche, deren Temperatur mit der der Umgebung wechselt (wechselwarme oder poikilotherme Tiere), und solche mit konstanter Temperatur (gleichwarme oder homoiotherme Tiere).

Zu den Homoiothermen gehören die Säugetiere und Vögel. Sie sind in der Lage, auch bei stark wechselnder Außentemperatur und bei Änderung der Oxydationsvorgänge im Körper ihre Temperatur verhältnismäßig konstant zu halten. Da diese meist beträchtlich über der Außentemperatur liegt, besitzen sie einen

intensiven Stoffwechsel und zur Gleichhaltung der Temperatur außerdem fein eingespielte Regulationseinrichtungen.

Da diese wärmeliefernden Verbrennungsvorgänge nicht in allen Teilen des Körpers in gleichem Ausmaß ablaufen und die Wärmeabgabe von den inneren Organen, z. B. geringer ist als durch die äußere Haut, herrscht nicht an allen Teilen des Körpers die gleiche Temperatur. Obwohl das dauernd durch den Körper strömende Blut für einen gewissen Ausgleich der Wärme sorgt, ist aus diesen Gründen doch niemals eine vollkommene gleichmäßige Temperatur aller Körperteile vorhanden (Scheunert - Trautmann (49)).

Je nach Leistungsfähigkeit der Wärmeregulation ist der Abstand zwischen der oberen und der unteren Grenze der Körpertemperatur bei den einzelnen Tieren verschieden. Da man aber zur klinischen Beurteilung der Körpertemperatur Vergleichswerte benötigt, wählt man hierzu die sogenannte mittlere Körpertemperatur, das ist die im Rectum, bzw. der Vagina gemessene Temperatur. Die mittlere Körpertemperatur beträgt beim Schwein: $39,5^{\circ}\text{C}$, bei einer Schwankungsbreite zwischen $38 - 40^{\circ}\text{C}$.

1.) Ort der Wärmebildung

Auf Grund des Energiestoffwechsels wird während des Lebens des tierischen Körpers dauernd Energie in Form von Wärme im Körper freigemacht. Daraus folgt, daß an der Wärmeproduktion alle Körperteile teilhaben, die einen Energiestoffwechsel besitzen. Das sind alle Organe, Gewebe und Zellen, außer den epithelialen Gebilden.

Der Hauptteil der Wärme, welche zur Erhaltung der Körpertemperatur der Warmblüter notwendig ist, wird von den Skelettmuskeln geliefert. Diese produzieren sowohl in der Ruhe als auch während der Tätigkeit Wärme und etwa 70 % der dem Muskel zugeführten chemischen Energie wird nach Scheunert - Trautmann (48) in Wärme verwandelt. Die Muskeln sind schon an der Wärmeproduktion des Grundumsatzes zu 24 - 50 % beteiligt.

Das Vorhandensein anderer Wärmequellen neben der Skelettmuskulatur bewies v. Issekutz (31) dadurch, daß er bei Hund und Katze das Halsmark durchschnitt und so nach Lähmung der gesamten Skelettmuskulatur (mit Ausnahme Kopf) noch eine deutliche Steigerung der Wärmebildung in der Kälte beobachtete. Zweifellos liegt jedoch der überwiegende Anteil der Umsatzsteigerung in der Skelettmuskulatur (Hemingway und Starke (27)). Selbst wenn kein sichtbares Kältezittern und keine wirkliche Bewegung oder Anspannung

des Muskels vorhanden ist, kann sein Stoffwechsel ansteigen durch Erhöhung des reflektorischen Muskeltonus (thermal muscular tone), der mittels empfindlicher Aktionsstromregistrierung nachgewiesen wird (Burton und Bronk (11)). Von den Organen spielt die Leber als größte und funktionsreichste Drüse eine erhebliche Rolle bei der Wärmeproduktion. Nach Scheunert-Trautmann (49) weist das der Leber zu- und abfließende Blut Temperaturunterschiede bis $1,5^{\circ}\text{C}$ auf.

Bazett (3) gibt in einer Tabelle den geschätzten Anteil der einzelnen Organsysteme an der Wärmeproduktion des Menschen bei Ruhe und mittelschwerer Arbeit wie folgt an:

Geschätzter Anteil der einzelnen Organsysteme an der Wärmeproduktion des Menschen

Organsystem	Ruhe %	mittelschwere Arbeit %
Skelettmuskulatur	20	75
Atmungs- und Kreislauforgane	10	10
Bauchorgane, insbes. Leber	50	10
Nervensystem, insbes. Gehirn	20	5

Die Wärmeproduktion ist variablen Größen unterworfen, wie z. B. Körperbewegung, Verdauungstätigkeit und Klima. Jedoch bleibt auch bei äußerer Körperruhe und ohne Klimabelastung eine verhältnismäßig hohe Wärmeproduktion bestehen, die man bei Messung unter gewissen Standardbedingungen (Ruhe, Nüchternheit, indifferente Außentemperatur) als Grundumsatz bezeichnet.

2.) Wärmeregulation

Die Fähigkeit der Homoiothermen ihre Körpertemperatur trotz großer Schwankungen der Außentemperatur konstant und dabei verhältnismäßig hoch zu halten, wird allein durch das Vorhandensein regulatorischer Einrichtungen ermöglicht. Dieser Regulationsmechanismus muß sehr gut eingespielt sein, da sowohl Änderungen der Wärmeerzeugung (Arbeit, Nahrungsaufnahme usw.) als auch Änderungen der Wärmeabgabe (Klima) in weiten Grenzen schwanken und auch sehr rasch eintreten können.

Als Demonstrationsbeispiel diene z. B. ein Pferd, das aus dem Stall bei ca. $+15^{\circ}\text{C}$ zu einer Arbeit bei einer Außentemperatur von ca. -15°C verwendet wird. Die Regulation der Wärmeabgabe erfolgt dabei in der Hauptsache auf physikalischem Wege, während die Wärmeerzeugung vorwiegend chemisch bedingt ist. Man unterscheidet daher bei Regulierung zweckmäßig eine physikalische Regulation der Wärmeabgabe und eine chemische Regulation der Wärmebildung.

a.) Die physikalische Wärmeregulation:

Die Wärmeabgabe erfolgt durch Strahlung, Leitung, Konvektion und Wasserverdunstung. Die Tiere sind mit verschiedenen anatomischen Hilfsmitteln ausgestattet, um ihre Körpertemperatur bei der Wärmeabgabe konstant zu erhalten. Zu diesen gehört in erster Linie das subkutane Fettgewebe, das wegen seiner dreimal schlechteren Wärmeleitfähigkeit gegenüber der Muskulatur hierfür besonders geeignet ist. Andererseits erweist sich bei hohen Umgebungstemperaturen die geringe Leitfähigkeit des Fettgewebes als ungünstig. Von unseren Haustieren ist das haarlose Schwein ein Beispiel hierfür, da bei ihm die Gefahr einer Hyperthermie, z. B. bei Massentransporten, während der heißen Jahreszeit besonders groß ist.

Weitere Hilfsmittel der Wärmeregulation sind das Haar- bzw. Federkleid, das je nach Bedürfnis geändert wird (Mauser, Winter- und Sommerpelz) und das Aufstellen der Haare und Federn mit Hilfe der Mm. arrectores pilorum (Gänsehaut).

Auch die Veränderung der Körperoberfläche steht im Dienste der Wärmeregulation, da die Größe der Wärmeabgabe mit der Größe der Oberfläche ansteigt. Wenn auch die gebildete absolute Wärmemenge von der Masse des Tieres abhängig ist, so ist die Wärmeproduktion nicht proportional dem Körpergewicht, sondern gerade umgekehrt. Das ist auf die Wärmeabgabe zurückzuführen, die nach Scheunert-Trautmann (49) proportional der Oberfläche ist. Somit müssen kleinere Tiere eine höhere Stoffwechselintensität aufwenden, um dieselbe Kerntemperatur zu erhalten, da sie im Verhältnis zur Masse ihres Körpers eine größere Oberfläche haben, die mit der Umgebung in Berührung steht, als große Tiere. Diese Darlegung entspricht der "Oberflächenregel" Rubners (47), nach der "die von der Haut ausgehenden, durch die Abkühlung bedingten Impulse die Zellen zur Tätigkeit anregen". Hensel (28) gibt dabei jedoch zu bedenken, daß sowohl die Wärmeverluste als auch die von der Haut ausgehenden stoffwechselsteuernden Impulse keineswegs nur von der Oberflächengröße, sondern auch von zahlreichen anderen Faktoren, wie Hautdurch-

blutung, Pelzdicke, subkutaner Fettschicht, örtlich verschiedener Kältesensibilität der Haut usw. abhängen. Der Verfasser gibt jedoch zu, daß andererseits die Tatsache bestehen bleibt, daß mit abnehmender Körpergröße der Quotient Oberfläche/Volumen und damit die relative Größe der wärmeabgebenden Fläche ansteigt.

Eine große Rolle spielen bei der Wärmeregulierung die unwillkürlichen reflektorischen Änderungen der Wärmeabgabe durch die Haut und den Atmungsapparat. Die Haut erreicht das durch Änderung der Durchblutungsintensität. Bei Erhöhung der Außentemperatur erweitern sich die Blutgefäße und werden infolgedessen stärker vom Blut durchströmt. Mit dem Blut wird dann mehr Wärme aus den Organen und Muskeln an die Körperoberfläche gebracht; die Haut wird wärmer, die Temperaturunterschiede zwischen Haut und Umgebung größer und dadurch die Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung vermehrt. Unterstützt wird die Wärmeabgabe durch das Blut dadurch, daß auch die Herz Tätigkeit durch die Temperatur beeinflusst wird. Die Pulsfrequenz erhöht sich bei steigender Temperatur. Das Umgekehrte tritt bei niedriger Außentemperatur ein. Bei unseren Haussäugetieren ist die Variabilität der Hautdurchblutung mit Ausnahme einiger dünn behaarter Stellen wesentlich geringer als beim Menschen (Ederström (18)), bei den Vögeln fehlt sie anscheinend ganz (von Buddenbrock (10)). Teile der Körperschale (s. u.) die ihre Temperaturen thermoregulatorisch stark ändern können, sind die Ohren vieler Tiere.

Durch Schweißverdunstung tritt auch eine erhebliche Wärmeabgabe ein, durch die dabei entstehende Verdunstungskälte. Von den Haustieren schwitzen jedoch nur sichtbar das Pferd, das Schaf und zum Teil das Rind und der Hund. Die Sekretbildung am Flotzmaul des Rindes und an der Rüsselscheibe des Schweines kann mit der Schweißabsonderung verglichen werden und dürfte auch im Dienste der Wärmeregulation stehen.

Die Wärmeregulation durch die Atmung spielt besonders bei Tieren eine Rolle, welche über keine sichtbare Schweißsekretion verfügen, so z. B. auch beim Schwein. Diese zeigen in der Wärme eine erhebliche Vermehrung der Atemfrequenz und auch des Minutenvolumens, wobei einerseits zur Erwärmung der großen eingeatmeten Luftmenge dem Körper Wärme entzogen wird, andererseits die Wasserverdunstung von der Lungen-, Mundhöhlen- und Zungenoberfläche erheblich zunimmt.

Zur Erläuterung des bisher Gesagten mögen Rubners (47) Versuche beim Menschen erwähnt werden. Danach erfolgt die Wärmeabgabe

1.) durch Erwärmung der eingenommenen Nahrung und Getränke	42 Kal
2.) durch Erwärmung der eingeatmeten Luft	35 Kal
3.) durch Abgabe von CO_2 und Wasserdampf bei der Atmung	300 Kal
4.) durch die Körperoberfläche	2277 Kal
zusammen	2654 Kal

Von den 2654 Kal werden nach Rubner (48) also 2277 durch die Haut abgegeben, das sind 85 %.

Dieses Ergebnis deckt sich in etwa mit der Feststellung von Ellenberger und Scheunert (20), die die über die Haut abgegebene Wärmemenge bei Pferd und Rind mit 83,7 % des gesamten Wärmeverlustes angegeben haben. Die Bedeutung der Körperoberfläche für den Wärmehaushalt tritt durch diese beiden Ergebnisse deutlich hervor.

b.) Die chemische Wärmeregulation:

Diese umfaßt die Prozesse der Wärmebildung und geschieht durch den nach den jeweiligen Bedürfnissen wechselnden Umfang der Verbrennungsprozesse im Körper. Unter Steigerung der O_2 -Aufnahme und der CO_2 -Abgabe wird bei niedriger Umgebungstemperatur die Wärmebildung erhöht, bei steigender Umgebungstemperatur herabgesetzt. Die Temperatur, welche die chemische Wärmeregulation nicht in Gang setzt, wird als Neutraltemperatur bezeichnet. Die Steigerung der Verbrennungsprozesse erfolgt in den Organen und Drüsen, in der Hauptsache in den Muskeln, wozu die Leber das Energiematerial liefert, indem sie durch einen vermehrten Glykogenabbau den Blutzuckerspiegel erhöht.

Bei stärkerem Absinken der Umgebungstemperatur werden von den Kältepunkten der Haut reflektorisch Muskelbewegungen (Tremor) zur Erhöhung des Stoffwechsels ausgelöst. Die willkürliche Bewegung (Herumlaufen) ist bei Kälte größer und bei Hitze geringer und entspricht somit dem jeweiligen Wärmebedürfnis.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß bei niedriger Außentemperatur das Konstantbleiben der Körpertemperatur in der Hauptsache durch die chemische Wärmeregulation erfolgt. Da bei Erhöhung der Außentemperatur die Wärmeabgabe geringer wird, nimmt auch der Umfang der Verbrennungen ab; bei der erwähnten Neutraltemperatur greifen diese dann nicht mehr regulierend ein. Jetzt sorgt vielmehr die physikalische Wärmeregulation mit ihren verschiedenen Möglichkeiten für eine entsprechende Erhöhung der Wärmeabgabe. Die Regulation durch die

Wasserverdunstung tritt erst bei einer Außentemperatur von etwa 30° C ein und wird bei weiterer Erwärmung immer umfangreicher, um schließlich die gesamte Wärmeabgabe allein zu leisten.

3.) Nervöse Steuerung der Wärmeregulation

Die "Zentren" der Temperaturregelung sind wahrscheinlich kein anatomisch streng lokalisiertes Gebiet im Hypothalamus, sondern eine größere funktionelle Einheit, an der auch höhere und tiefere Abschnitte des Zentralnervensystems beteiligt sind. Hensel (28) und Scheunert-Trautmann (48) stimmen aber darin überein, daß die führende Rolle in der Temperaturregelung der Homoiothermen das Hypothalamusgebiet spielt. Weiter sagt Scheunert-Trautmann (48): Obwohl das Wärmezentrum durch die Temperatur des durchströmenden Blutes gereizt werden kann, dürfte unter normalen Verhältnissen dieser Reiz nicht das hauptsächlich auslösende Moment darstellen, weil die Wärmeregulation in der Regel einsetzt, ehe sich die Bluttemperatur ändert. Es ist deshalb anzunehmen, daß der Hauptreiz für die Erregung des Wärmezentrums in der Änderung der Temperatur der äußeren Haut zu suchen ist. Die Erregungsleistung von den Temperaturpunkten der Haut erfolgt wahrscheinlich auf den vegetativen Nervenbahnen.

Reflektorische Steuerung von der Haut aus, für deren Auslösung in erster Linie die kutanen Thermorezeptoren in Frage kommen, nimmt Hensel (28) für die Vasomotorik der Haut, für Muskeltonus und Kältezittern und für die Schweißsekretion des Menschen an.

4.) Grenzen der Wärmeregulation

Die Warmblütler sind gegen Kälte wesentlich widerstandsfähiger als gegen Hitze. Die normale Rektaltemperatur wird als Ausgangstemperatur angenommen. Vom Menschen vielleicht abgesehen, ist auch die Zahl und Wirksamkeit der Schutzvorrichtungen gegen Abkühlung weit größer.

a.) Grenzen der Regelung in der Hitze

Bei hohen Außentemperaturen ist die einzige wirksame Abwehr gegen eine Überhitzung die Wärmeabgabe durch Wasserverdunstung. Die Hitzetoleranz hängt davon ab, wie die in der Zeiteinheit vom Körper gebildete Wärme und die zusätzlich von der Umgebung aufgenommene Wärmemenge durch Wasserverdunstung absorbiert werden kann. Ist die Wärmemenge, die durch Wasserverdunstung absorbiert werden kann, kleiner als die vom Körper in der Zeitein-

heit gebildete Wärme und die von der Umgebung aufgenommene Wärme, so tritt Hyperthermie ein. Da die Wasserverdunstung durch die Dampfdruckdifferenz zwischen Haut und Luft bestimmt wird, ist die Erträglichkeitsgrenze nicht nur von der Leistungsfähigkeit der Wasserabgabe (Schweißdrüsen, Polypnoe), sondern auch von der Luftfeuchte oder der "effektiven" Temperatur abhängig.

Die Hitzetoleranz vieler schwach schwitzender Säuger ist gering. Auch bei trockener Luft ist mit 30°C oft der Punkt erreicht, wo die Wärmeabgabe insuffizient wird und die Kerntemperatur ansteigt, beim Rind sogar schon oberhalb 27°C Außentemperatur (Regan und Richardson (44)). Bei 35°C ist der Zustand für manche Tiere schon kritisch und bei anderen ist die Rektaltemperatur mindestens stark erhöht. Hund und Katze, die mit offenem Maul und heraushängender Zunge unter starker Speichelsekretion hecheln, erreichen nach Adolph (1) nahezu die Hitzetoleranz des stark schwitzenden Menschen. Obwohl bei allen Säugern anatomisch Schweißdrüsen vorhanden sind, fand Adolph (1) selbst in großer Hitze bei keinem der genannten Tiere sichtbare Schweißabsonderung. Bei kurzfristiger Hitzeeinwirkung spielt die Körpergröße eine beträchtliche Rolle für die Hitzetoleranz. Je größer das Tier, desto langsamer heizt es sich infolge seiner größeren Wärmekapazität auf. Adolph (1) gibt folgende mittlere Toleranzgrenze an: Mensch $59,4^{\circ}$, Hund und Katze 56° . Diese Temperaturen können längere Zeit ausgehalten werden, genügende Wasserzufuhr vorausgesetzt.

Der Mensch und die stark schwitzenden Säugetiere (Equiden) besitzen eine besonders gute Regelung in der Hitze. Atemfrequenz, O_2 -Verbrauch und Pulsfrequenz steigen unter extremen Bedingungen bis zum dreifachen Wert an.

Hitzeschäden und Hitzetod:

Der Mensch und solche Säuger, deren Hautdurchblutung in der Hitze stark zunimmt, neigen bei Erhöhung der Rektaltemperatur zum Hitzekollaps. Es handelt sich hierbei um ein primäres Versagen des Kreislaufs und nicht der Temperaturregelung. Infolge des Mißverhältnisses zwischen zirkulierender Blutmenge und Gefäßlumen kommt es zum Abfall des Blutdruckes. Mit 41° Rektaltemperatur ist beim Menschen die Leistungsfähigkeit des Kreislaufes schon erreicht. Dies gilt nur für exogene Hyperthermie, bei der die Regelung maximal belastet ist, jedoch nicht für das Fieber in seiner Verstellung der Regelzentren. Hitzekollaps tritt auch ein, wenn infolge Wasserverlust des Körpers die zirkulierende Blutmenge abnimmt. Nach Scheunert - Trautmann (49) sind die Ursachen für die Hyperthermie in hohen Außentemperaturen und Luftfeuchtigkeit auf der einen, starke Muskeltätigkeit oder Fieber auf der anderen Seite zu suchen. Durch die Kreislaufbelastung kommt es zum Blutdrucksturz und im Gefolge davon zu töd-

lichen Wärmestauungen. Die bei Treibherden und bei Bahntransporten von Rindern, Schafen und Schweinen nicht selten auftretenden Hyperthermien sind meist durch beide Ursachen bedingt. Der Tod tritt dann meist unter dem Bilde des Hitzschlages ein, das ist eine direkte Schädigung des Körpers, insbesondere des ZNS, durch hohe Temperatur. Das zeigt sich durch typisches Versagen der Schweißsekretion und bei nicht schwitzenden Tieren durch Abnahme der Polypnoe.

Die oberen Letaltemperaturen fallen bei allen Warmblütern in einen ziemlich eng begrenzten Temperaturbereich, der nur wenige Grade über der normalen Rektaltemperatur liegt. Bei der Angabe der Lethaltemperatur muß auch der Zeitfaktor berücksichtigt werden.

b.) Grenzen der Regelung in der Kälte

Die Grenzen der Regelung in der Kälte sind bei den Homoiothermen außerordentlich verschieden und hängen in erster Linie von der Wärmeisolation der Körperbedeckung ab. Das geht eindeutig aus Versuchen an rasierten Säugern und gerupften Vögeln hervor. Die Körpergröße spielt wegen des verschiedenen Oberflächen-Volumen-Quotienten ebenfalls eine wichtige Rolle.

Im Gegensatz zu dem schmalen Temperaturbereich der Hyperthermie kann das Leben der Homoiothermen bei starker Unterkühlung ohne Schaden weiter bestehen. Bei Untersuchungen an Hunden hat man festgestellt, daß bei Beginn der Unterkühlung zunächst die Regelungsvorgänge in gesteigerte Tätigkeit getreten sind. Wärmebildung durch Kältezittern verursachen einen bis zum Siebenfachen gesteigerten Grundumsatz, mit Anstieg des Blutzuckers und Anspeicherung des Leber-Glykogens (C rem er et al. (15)). Bei 30° bis 34° C Rektaltemperatur erreicht dieser Vorgang sein Maximum und fällt dann infolge Lähmung der Zentren allmählich ab.

Die Lethaltemperaturen der Homoiothermen liegen bei längerer Unterkühlung zwischen 15° und 20° C, also weit über dem Gefrierpunkt der Gewebe. Auch hier hat der Zeitfaktor große Bedeutung. Der Tod durch **Hypothermie** wird meist durch Störung der Herztätigkeit ausgelöst (Groß - Brockhoff und Schödel (24)).

C.) Das Temperaturfeld des Körpers

Da die Wärmebildung und Wärmeabgabe nicht in allen Körperteilen in gleichem Maße erfolgt, ist auch die Temperatur in allen Körperteilen verschieden. Der Begriff der Homoiothermen sagt nur etwas aus über den Gesamtwert des Wärmehaushaltes, welcher in seinem komplizierten Zusammenspiel physiologischer Kräfte im Kapitel "Körpertemperatur" in den Grundzügen erläutert wurde. Aus der anatomischen Lage und der physiologischen Funktion bestimmter Körperteile ergeben sich für sie bestimmte, hinsichtlich ihrer Temperatur differierende Zonen (Felder), worüber im Folgenden berichtet werden soll.

Im Körper der Warmblüter besteht ein äußerst kompliziertes Temperaturfeld, das auch zeitlich nicht konstant ist. Nach den Grundgesetzen des Wärmestromes sind die äußeren Teile des Körpers durchschnittlich kälter als die inneren, ebenso nimmt die Temperatur in der Längsachse der Extremitäten ab, so daß ein radiales und ein axiales Temperaturgefälle herrscht (Bazett und Mc Glo-
ne (4), Burton (11), Bazett (2), Brück und Hensel (9)). Besonders verwickelt werden die Verhältnisse durch die ungleiche Wärmeerzeugung einzelner Organe, die unregelmäßigen geometrischen Formen, die wechselnde Isolation und Verdunstung und den konvektiven Wärmetransport durch das Blut. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, einen Kern des Körpers von einer Schale zu unterscheiden, wobei man als Kern den homoiothermen Teil des Körpers definiert, als Schale den übrigen Teil, der mehr oder weniger an Schwankungen der Außentemperatur teilnimmt. Scharf abgrenzen lassen sich beide Gebiete nicht. Zum Körperkern der Homoiothermen gehört im allgemeinen das Innere des Brust- und Bauchraumes, das Gehirn und ein Teil der Skelettmuskulatur. Du Bois (17) und Burton (11) rechnen beim Menschen bei mäßigen Temperaturänderungen der Umgebung 20 % bis 35 % der Körpermasse zur Schale des Körpers. Bei starker Abkühlung jedoch erreicht die Schale bis 50 % der Körpermasse. Dabei beträgt dann die Schichtdicke der Schale des Körpers etwa 2,5 cm. Das stimmt auch mit direkten Temperaturmessungen von Bazett und Mc Glo-
ne (4) überein.

D.) Die Hauttemperatur beeinflussende Faktoren

Im Rahmen des Wärmehaushaltes des Körpers fallen der Haut wichtige Aufgaben, sowohl hinsichtlich der Regulation als auch der Wärmeabgabe zu. Als Grenzorgan zwischen dem Körperinneren und dem umgebenden Medium weist sie daher weit wechselndere Temperaturen auf als das Körperinnere. Die Ab-

hängigkeit der Hauttemperatur von vielen Faktoren läßt es auch nicht zu, von der Hauttemperatur schlechthin zu sprechen; sondern man kann die Hauttemperatur nur betrachten als mittlere Temperatur der Körperoberfläche, gemessen unter genau anzugebenden Bedingungen. Das kommt bei Pfeleiderer und Büttner (44) zum Ausdruck, wenn sie schreiben: "Ein noch so umfangreiches Zahlenmaterial bringt wenig Fortschritt, wenn die Verhältnisse, unter denen jede einzelne Zahl gewonnen ist, nicht klar liegen".

Daher möchte ich auch denjenigen Faktoren Beachtung schenken, die von wesentlichem Einfluß auf die periphere Temperatur sein können.

Rein empirisch kann man feststellen, daß mit dem Fallen und Steigen der Außentemperatur gleiche Reaktionen der Haut verbunden sind. Direkte Messungen der Hauttemperatur bestätigen das. Boeckh (7), Mendelssohn (41), Schott (50) und Seemüller (51) haben übereinstimmend festgestellt, daß Steigen und Fallen der Außentemperatur auf der Haut die gleichen Vorgänge hervorrufen.

Desgleichen wurde festgestellt, daß die Temperatur der einzelnen Körperstellen bei höherer Außentemperatur geringere Schwankungen zeigen als bei niedriger.

Folgender Vorgang mag diese Erscheinungen erklären:

Die Temperaturdifferenz zwischen Haut und Umwelt gilt als Reiz der an der ganzen Körperoberfläche verteilt liegenden Thermorezeptoren. Dieser Reiz wird zum Zentrum der Vasomotoren in der Medulla oblongata gebracht, von wo er dann entsprechend bei Kältereiz auf die Vasokonstriktoren und bei Wärmereiz auf die Vasodilatoren übertragen wird. Erhöhte Durchblutung der Hautgefäße steigert die Hautwärme und begünstigt so eine vermehrte Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung, während durch Konstriktion der Hautgefäße der Wärmeaustausch vom Körper zur Umwelt stark vermindert wird, so daß die isolatorische Wirkung der Hautdecke samt dem darunterliegenden blutarmen Bindegewebe und Fettgewebe zur Geltung kommt. Sehr hohe Außentemperaturen regen ferner die Schweißsekretion an.

Die Luftbewegung hat einen großen Einfluß auf die Hauttemperatur, indem sie diese herabsetzt. Straßburger (52) sagt: "Die Luftbewegung ist für die Wärmeregulation der Haut bei niederen Temperaturen von größerer Bedeutung als die Temperatur an und für sich".

Durch die Luftbewegung wird einerseits die Wärmeabgabe durch Leitung erhöht, und zwar auf die Weise, daß immer neue Luftschichten von niederer

Temperatur an die Haut herangebracht werden. Andererseits fördert sie die Verdunstung, indem sie ständig Luftschichten von geringerer Feuchtigkeitsättigung als der unmittelbar an die Haut angrenzenden Schichten mit dieser in Berührung bringt. Bei einseitiger Abkühlung der Haut durch Luftbewegung tritt die Gefahr der Erkältung ein. Den Einfluß der Luftbewegung bestätigen auch Loewy (40), Mendelssohn (41), Schott (49) und Seemüller (51). Loewy und Dorno (40) sowie Schott (50) kamen zu dem Ergebnis, daß besonders die extremital gelegenen Teile gegen Zugluft und Wind empfindlich sind und stark abfallende Temperaturen zeigen, wobei Schott (50) auch hervorhebt, daß vor allem auch die Schnelligkeit der Luftbewegung maßgebend ist. Der Einfluß der relativen Luftfeuchte auf den Wärmehaushalt der Tiere ist von der jeweiligen Höhe der Außentemperatur abhängig. Nach Miessner-Schoop (42) liegt die Temperaturgrenze bei 15°C . Bei höheren Außentemperaturen ist die Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung infolge der geringen Temperaturdifferenz zwischen Körperoberfläche und Luft von untergeordneter Bedeutung, während die Verdunstung eine wesentliche Rolle spielt. In diesem Falle ist die Wärmeabgabe durch Verdunstung bei hoher relativer Luftfeuchte gehemmt, weil das Feuchtigkeitsaufnahmevermögen der Luft gering ist. Diese Störung der Wärmeabgabe bewirkt eine höhere Hauttemperatur. Bei Außentemperaturen unter 15°C und hoher relativer Luftfeuchte kommt es durch das höhere Leitvermögen der feuchten Luft zur vermehrten Wärmeabgabe. Der Wärmeverlust durch Leitung ist durch das große Temperaturgefälle zwischen Körperoberfläche und Umgebung schon bedeutend und wird mit steigendem Feuchtigkeitsgehalt der Luft noch vermehrt. Diese vermehrte Wärmeabgabe bedingt dann eine niedrigere Hauttemperatur.

Nicht ohne Einfluß ist der Krümmungsgrad der Körperoberfläche. Vorspringende und stark gekrümmte Körperteile haben einen relativ größeren Wärmeverlust und deshalb bei gleicher Durchblutung eine tiefere Hauttemperatur. Wenn noch eine Einschränkung der Durchblutung hinzukommt, dann können sehr niedere Temperaturen auftreten. Das gilt für Nase, Ohren und Extremitäten (Pfleiderer und Büttner (44)).

Haare und Wolle sind schlechte Wärmeleiter. Die sich zwischen ihnen befindende Luft beim Haar, bzw. Wollkleid der Tiere erhöht die Isolation. Es ist daher begreiflich, daß dichtbehaarte Körperteile eine höhere Temperatur aufweisen als schlecht- und unbehaarte. So nahm Colin (14) Messungen bei einem Pferd vor, dessen rechte Brustseite geschoren und dessen linke gut behaart war. Er stellte das Pferd bei $+13^{\circ}\text{C}$ ins Freie und fand auf der geschorenen Seite innerhalb von drei Stunden einen Temperaturabfall von $32,0^{\circ}\text{C}$ auf $26,0^{\circ}\text{C}$,

während die Temperatur der behaarten Seite gleich blieb oder sogar etwas gestiegen war. Trauts (55) Untersuchungen ergaben, daß Schafe nach der Schur ein erhebliches Sinken der Hauttemperatur bis zu $5 - 6^{\circ}\text{C}$ aufweisen. Bekannt ist die Erhöhung der Hauttemperatur durch Eindecken bei Tieren oder durch Kleidung beim Menschen.

Verschiedene Forscher untersuchten den Einfluß des Nährzustandes. So fand Rubner (48) bei fettreichen Personen an den unbedeckten Stellen eine höhere Temperatur als bei fettarmen. Nach Ansicht von Pfeleiderer und Büttner (44) soll in Bezirken mit starken Fettpolstern eine verminderte Temperatur infolge mangelhafter Durchblutung vorhanden sein.

Über die Bedeutung des Lebensalters widersprechen sich die Meinungen. So stellt Landsiedel (38) bei jüngeren Tieren (Kälbern) eine höhere Temperatur als bei älteren Tieren (Kühen) fest, während Hoffmann (29) von tieferen Temperaturen bei Lämmern als bei ausgewachsenen Tieren berichtet. Der gleiche Widerspruch tritt zwischen Cobet (13) und Talbot (54) auf. Mendelssohns (41) Untersuchungen bei Säuglingen ergeben, daß im jugendlichen Körper noch kein Regulationsvermögen für die Hauttemperatur vorhanden ist.

E.) Geschichte und Methode der Hauttemperaturmessung

Die Entwicklung und Methodik der Hauttemperaturmessung hat in einigen Arbeiten eine ausreichende Würdigung erfahren, so daß ich mich auf eine kurzgefaßte Übersicht der älteren Methoden, aber auf eine intensivere Diskussion neuerer Arbeiten beschränken möchte. In dem Zusammenhang darf ich auf die Arbeiten von Boeckh (7), Landsiedel (38), Hoffmann (29) und Nommensen (43) hinweisen.

Die ersten Versuche der Hauttemperaturmessung wurden im Jahre 1814 vom Engländer Davy (16) beim Menschen und Schaf angestellt. Er verwendet zum Messen der Temperatur der Körperoberfläche ein einfaches, durch Kork und Wolle geschütztes Quecksilberthermometer. Die Meßwerte liegen beim Menschen zwischen $32,2$ und $36,6^{\circ}\text{C}$. Der Verfasser beschäftigte sich auch mit der Feststellung der Temperaturunterschiede des venösen und arteriellen Blutes, wobei er eine höhere Temperatur des arteriellen Blutes feststellte. Die Methode, mit dem Quecksilberthermometer die Hauttemperatur zu bestimmen, ist aber unbequem und meist unzuverlässig. Immerhin verdanken wir aber den

Arbeiten mit dem Quecksilberthermometer eine Anzahl wertvoller Erkenntnisse, so über den Einfluß der Umgebungstemperatur auf die Haut (Senator (52), Liebermeister (39)) und das Verhalten der Hauttemperatur im Fieber, worüber von Bärensprung (5) und Liebermeister (39) Untersuchungen anstellten.

Auch das von Rosin (46) modifizierte Quecksilberthermometer vermag keine wesentliche Verbesserung der Methodik und Exaktheit zu bringen. Wenn auch dieses Instrument noch bei den aus der Gmeinerschen Klinik (Gießen) stammenden Arbeiten verwendet wird, so sind sich die Verfasser dieser Arbeiten doch über die Unzulänglichkeit der Methode im klaren. Das erkennt Traut (55), indem er sagt: "Alles in allem genommen ist meines Erachtens dieses Instrument durchaus nicht vollkommen und streng genommen nur zur Gewinnung von Verhältniszahlen brauchbar".

Es verwundert daher, daß man sich nicht der damals schon bewährten thermoelektrischen Methode bediente. Denn schon im Jahre 1835 hatten Bequerel und Brecher (6) dieses Verfahren eingeführt, was 1868 von Hankel (25) wieder aufgegriffen und von Kunkel (37) verbessert wurde. Kunkel stellt auch für ein brauchbares Hautthermometer Grundforderungen auf, die noch heute Gültigkeit besitzen:

- 1.) es muß der Haut ohne jede mechanische Beleidigung derselben angelegt werden können, damit Blutfüllung und Wärmevorrat der Haut nicht geändert werden,
- 2.) es muß prompt reagieren, d. h. es muß nach kurzer Anlegezeit eine definitive Antwort geben,
- 3.) der messende Teil muß minimale Maße besitzen, so daß schon ein geringes Wärmequantum hinreicht, ihn auf die Temperatur der Hautoberfläche zu bringen,
- 4.) der messende Apparat darf nicht zu tiefe Temperaturen haben, um die Haut nicht zu sehr abzukühlen.

Des thermoelektrischen Kontaktverfahrens bedient sich auch Rubner (48) und seine Schüler, welche in den Jahren 1880 bis 1900 eingehende physiologische Studien über das ganze Gebiet der menschlichen und tierischen Wärmelehre betrieben.

Um die Jahrhundertwende hatte man auf Grund zahlreicher Arbeiten wesentliche Erkenntnisse der Hautthermometrie erlangt, die in den folgenden Jahren

durch neue Erkenntnisse noch bereichert wurden. So haben Pfleiderer und Büttner (44) mit ihrer im Jahre 1935 erschienenen Monographie über "die physiologischen und physikalischen Grundlagen der Hautthermometrie" auch der Veterinärmedizin brauchbare Unterlagen und das Rüstzeug für erfolgversprechende praktische Arbeit auf diesem Gebiete gegeben. Das Verdienst für die praktische Anwendung der Hautthermometrie in der Humanmedizin gebührt Ipsen (30). In seinem Werk "Hauttemperaturen" legt er thermometrische Erkenntnisse über das Fieber nieder und beschreibt ihre Bedeutung bei Embolien, Arteriospasmen, Arthritiden und Erfolge bei der Überwachung der Narkose.

Bemerkenswerte Arbeiten erschienen in den Jahren 1937 und 1938 aus dem Physiologischen Institut der Tierärztlichen Hochschule Hannover. Die Autoren benutzen den etwas abgeänderten Apparat (Thermoelement) von Pfleiderer und Büttner (44). Landsiedel (38) untersuchte die Hauttemperaturen beim Rind und kam dabei zu folgendem kurzgefaßten Ergebnis: Die Hauttemperatur des Rindes liegt stets unter der Rektaltemperatur. Die Temperatur ist über die Körperoberfläche verschieden verteilt. Symmetrische Punkte haben äußerst selten die gleiche Hauttemperatur. Auffallend groß sind die Temperaturschwankungen am Flotzmaul, trotz gleicher Außentemperatur. Der Treffpunkt der Euterviertel hat die höchste Hauttemperatur. Die Extremitäten zeigen gewöhnlich niedrigere Temperaturen als der Rumpf. Kälber haben die höchste Temperatur, dann folgen Mastrinder und Kühe. Magertiere haben die niedrigste Hauttemperatur. Der Wärmeschutz des Haarkleides ist proportional seiner Dicke. Schwankungen der Außentemperatur bedingen deutliche Änderungen der Temperatur von Flotzmaul, Ohr, Hornspitze und Türl. Selbst geringgradiger Luftzug wirkt abkühlend auf die Hauttemperatur.

Hoffmanns (29) Untersuchungen über die Hauttemperatur beim Schaf ergaben, daß die Hauttemperatur des Schafes stets 2°C unter der Rektaltemperatur liegt. Unter dem Flies ist die Temperatur sehr gleichmäßig. Die Inguinalbeuge weist die höchsten Temperaturen auf und die Klauen die tiefsten. Große Schwankungen stellt der Verfasser an Extremitäten und Ohren fest. Bei einem Vlies über 8 cm Dicke war ein Einfluß stark wechselnder Außentemperatur nicht festzustellen. Die Hauttemperatur ist bei Tieren mit kurzer Wolle sehr den Schwankungen des Klimas unterworfen.

Nommensen (43) hat Hauttemperaturen bei Ziegen gemessen. Die höchste gemessene Oberflächentemperatur stellt er in der Medianlinie des Euters fest und diese liegt nur um $2,2^{\circ}\text{C}$ tiefer als die des Rektums. Die Umweltverhält-

nisse (Klima) sind von starkem Einfluß auf die Hauttemperatur. Die Schwingungsbreiten sind am größten an den Extremitäten, am geringstem am Rumpf.

Die Hauttemperatur des Schweines wurde von Harder (26) untersucht. Ich fasse seine Ergebnisse wie folgt zusammen: Die Hautstellen am Rumpf sind höher temperiert als die extremal gelegenen. Die höchste Temperatur ist in der Inguinalbeuge mit $35,7^{\circ}\text{C}$ feststellbar. Symmetrische Hautpunkte haben sehr selten gleiche Temperatur. Ältere Tiere haben eine niederere Temperatur als junge. Die meteorologischen Umweltverhältnisse sind von starkem Einfluß auf die Höhe der Hauttemperatur. Hohe Außentemperatur mit unbewegter Luft hat höhere Hauttemperaturen zur Folge als tiefe Umgebungstemperatur mit bewegter Luft. Vermehrte relative Luftfeuchte scheint einen die Hauttemperatur herabsetzenden Einfluß zu haben. Die Schwingungsbreite zwischen niedrigst- und höchsttemperierter Hautstelle des Körpers ist bei hoher Außentemperatur, niedriger Feuchtigkeit und unbewegter Luft geringer als bei umgekehrten Verhältnissen.

Wetzler und Neuroth (56) (1949) finden am unbedeckten Menschen nach dreistündiger Abkühlung bei 5°C Raumtemperatur und 50 % relat. Luftfeuchte örtliche Temperaturunterschiede der Haut bis zu 15° ($13^{\circ} - 28^{\circ}\text{C}$), wobei die Extremitäten am kältesten, Rumpf und Stirne am wärmsten sind. Nach dreistündiger Aufwärmung auf 50° bestehen nur noch Unterschiede von $2,5^{\circ}$ ($35^{\circ} - 37,5^{\circ}\text{C}$).

Beim Huhn liegt nach Wilson und Plaister (57) (1951) die Hauttemperatur bei Raumbedingungen von $23^{\circ} - 32^{\circ}$ zwischen $38,5^{\circ}$ und 41° , das ist nur $0,7^{\circ} - 1,8^{\circ}\text{C}$ unter der Rektaltemperatur. Sie schließen darauf auf eine ausgezeichnete Wärmeisolation des Gefieders. Die Temperatur der nicht befiederten Hautstellen wie Kamm und Kehllappen, schwankt stärker. An den Extremitäten (Unterschenkel - Haut) liegt die Hauttemperatur bei 23° Raumtemperatur schon 10° unter der Rektaltemperatur.

1959 untersucht Fröhlich (22) die Hauttemperatur verschiedener Haustiere unter besonderer Berücksichtigung der Sonnenbestrahlung. Er verwendet das elektrische Thermometer "Thermophil", mit welchem auch ich meine Messungen beim Schwein vorgenommen habe. Bei allen von ihm untersuchten Tieren stellt er auf der sonnenbestrahlten Körperseite eine höhere Hauttemperatur als auf der nicht bestrahlten fest. Beim Rind beträgt die Differenz in der Hungergrube bis $3,4^{\circ}$. Bei manchen Pferden findet er bei 30°C Außentemperatur an der sonnenbestrahlten Seite höhere Hauttemperaturen als die Rektaltemperatur. Das Euter ist beim Rind am höchsten temperiert. Bei 0°C im Freien werden

deutliche Temperaturschwankungen der Haut festgestellt im Vergleich zu den Messungen bei Stalltemperatur. So beträgt die Schwankung beim Rind bis 17° und beim Pferd bis 8° C. Die Extremitäten zeigen niedrigere Temperaturen als der Rumpf. Die Temperatur der Inguinalgegend liegt beim Hund nur um $0,8^{\circ}$ C und bei der Katze um 3° C unter der Rektaltemperatur.

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Im Vorhergehenden bin ich näher auf die Geschichte und Methoden der Hauttemperaturmessung eingegangen und ich habe die zahlreichen Bedingungen, denen die periphere Temperatur unterworfen ist, kurz erörtert. Das geschah zu dem Zweck, um einerseits einen kurzen Überblick über die verschiedenen Meßmethoden zu geben und um die eigenen Ergebnisse mit denen der früheren Untersuchungen vergleichen zu können. Andererseits hielt ich es für notwendig, alle diejenigen Faktoren zu erwähnen, von denen die Hauttemperatur in so mannigfacher Weise abhängig ist. Denn nur unter genauer Berücksichtigung der die Hauttemperatur beeinflussenden Faktoren kann man ein richtiges Verständnis für die gewonnenen Ergebnisse bekommen.

Mir ist im besonderen die Aufgabe gestellt worden, die wechselnden klimatischen Bedingungen und ihren Einfluß auf die Hauttemperatur zu untersuchen.

A. Material und Technik

Die Objektivität der Meßergebnisse ist von der exakten und objektiven Arbeitsweise des Meßgerätes abhängig. Diese Forderungen erfüllt das elektronische Hautthermometer "Thermophil", Typ 9410 der Firma Ultrakust, Gerätebau, Ruhmannsfelden (Ndb), indem es den schon von Rubner (48) aufgestellten und im Vorhergehenden aufgezählten Grundbedingungen für ein brauchbares Hautthermometer entspricht. Das Gerät ermöglicht punktförmige, hygienische, schnelle und bequeme Messungen, ohne dadurch das Tier zu belästigen. Mit diesem Gerät habe auch ich meine Messungen gemacht, nachdem bereits Fröhlich (22) seine Brauchbarkeit anerkannt und damit Hauttemperaturmessungen vorgenommen hatte.

Gerätebeschreibung: Das elektronische Thermometer "Thermophil" besteht aus einem wärmeempfindlichen Fühler und einem Anzeigegerät. Der temperaturempfindliche Fühler befindet sich an der Spitze des Griffels. Eine Schutzkappe, die vor Gebrauch abgenommen wird, schützt den Fühler vor unbeabsichtigten Beanspruchungen. Der Griffel ist über ein 1,2 m langes Anschlußkabel mit dem Ablesesinstrument verbunden. Der Meßbereich von 15° - 45° ist aufgeteilt in drei Bereiche: 15° - 25° , 25° - 35° , 35° - 45° , die mit einem Wählschalter eingestellt werden. Die Länge des Griffels einschließlich Temperaturfühler beträgt ca. 170 mm, Gesamtgewicht des Anzeigesinstrumentes

und des Fühlers ca. 950 g, des Fühlers selbst etwa 80 g. Batterien: zwei Stück 1,5 V, zwei Stück 22,5 V, Röhre DL 68.

Fühlerbeschreibung: Das temperaturempfindliche Element befindet sich an der Spitze eines Glasrohres. Die Wandungsstärke des Rohres beträgt an der Spitze ca. 0,2 mm. Das Glasrohr ist unter Einschaltung eines elastischen Gliedes mit einem verchromten konischen Messingrohr verbunden, das auf den aus Kunststoff bestehenden Fühlerhalter aufgeschraubt ist. Das Glasrohr ist von einer verchromten perforierten Messinghülle umgeben. Im Fühlerhalter sind die erforderlichen Abgleich- und Bereichswiderstände untergebracht. An dem Drehschalter des Fühlerhalters kann der gewünschte Meßbereich eingestellt werden. Ein dreiadriges Kabel führt zum Stecker, der in der Büchse des Anzeigegerätes eingesetzt wird.

Arbeitsweise: Das temperaturempfindliche Element, das sich in der Fühler Spitze befindet, ist ein Germaniumhalbleiter von nur 0,25 mm Durchmesser. Es wird in einem Spezialverfahren hergestellt und entzieht infolge seiner geringen Größe dem Meßobjekt nur äußerst wenig Wärme. Dagegen geht die Erwärmung des Elementes selbst sehr schnell vor sich, wobei der temperaturempfindliche Fühler seinen Widerstandswert mit der Temperatur augenblicklich ändert. Hierdurch wird die Elektronenröhre im Anzeigegerät beeinflusst, deren Anodenstrom gemessen und in Temperaturgraden auf entsprechenden Skalen angezeigt.

Die Meßversuche fanden in den Versuchsstallungen des Tierhygiene-Institutes der Tierärztlichen Fakultät der Universität München in Oberwiesenfeld statt. Da ich zu ihrer Durchführung extreme Klimaverhältnisse benötigte, wählte ich für die Versuche bei hohen Temperaturen die Monate Juni - Juli und für die Versuche bei niederen Temperaturen den Monat Februar. Um aber unabhängig von den natürlichen Klimaverhältnissen arbeiten zu können, wurden für die Versuche bei hohen Temperaturen in der Mitte der Längsfront des Versuchsstalles zwei Klimakammern gebaut, an die sich links und rechts eine einfache Schweineboxe anschloß. Der Boden der Boxen war aus Holz. Für eine trockene Einstreu war ständig gesorgt. In diesen vier Abteilungen befanden sich die Versuchstiere.

Die Klimakammern wurden in zwei Pferdeboxen eingebaut, deren Wände aus 5 cm dicken Brettern bestanden. Der Boden war mit 4 cm starken Brettern ausgelegt, die Decke mit einer 0,5 cm starken Hartfaserplatte und einer ebenso dicken Lage Glaswolle bedeckt. In der Decke der Kammern befand sich ein 60 x 80 cm großes Glasfenster und in der Vorderseite eine ebenso große Klappe.

Die Maße der Kammern betragen 3,80 x 2,60 x 14,0 m, was einer Kubatur von 13,83 cbm entspricht. Die Temperaturen in den Kammern konnten mit einem Raumluftherhitzer von 2250 Watt Leistung und 7 cbm/min. Luftumwälzung über zwei Kontaktthermometer und entsprechende Regler reguliert werden. Die Kontaktthermometer befanden sich in einer Höhe von 1,10 m. Diese Konstruktion der Klimakammern hat sich bestens bewährt (Kalich und Neubrand (33)). Mit der beschriebenen Einrichtung war es möglich, die am Kontaktthermometer eingestellte Temperatur bei höchstens +1° C Schwankung konstant zu halten.

Für die Versuche bei 0° C und tiefer fertigte ich im Freien ein Pferch aus Holzgittern an. Dieser besaß eine Größe von 4 x 4 m. Um eine mögliche Luftbewegung weitgehendst auszuschließen, wurde der Pferch mit dicken Strohhallen in einer Höhe von 1,5 m umstellt.

Die Dauer des Aufenthaltes in der Klimakammer bzw. im Pferch bis zum Zeitpunkt des Messens wird bei den jeweiligen Versuchen angegeben.

Die Tiere wurden mittels Futterautomat mit einem Fertigfutter gefüttert und täglich zweimal getränkt.

Für meine Versuche standen mir Schweine der Rasse des veredelten Deutschen Landschweines zur Verfügung. Der Ernährungszustand der Tiere war gut. Wenn möglich, wurden die gleichen Tiergruppen zu verschiedenen Versuchen herangezogen, was dann jeweils vermerkt wird.

Nachdem nun alle Voraussetzungen für die Versuche geschaffen waren, begann ich mit dem Messen. Zunächst wurde immer das Meßgerät mittels einer Eichschraube geeicht. Das Anlegen des Fühlers bedurfte einiger Übung, damit Reaktionen in Form einer stärkeren Durchblutung der betroffenen Stelle vermieden wurden. Bei den Messungen wurde der Fühler vorsichtig angelegt, und der Apparat mittels eines Druckknopfes eingeschaltet und nach vier bis fünf Sekunden, wenn der Zeiger sich beruhigt hatte, die Meßwerte abgelesen. Um etwaige Abweichungen der Meßwerte festzustellen, sind sämtliche Messungen der Rektaltemperatur der Tiere sowohl mit einem geeichten Quecksilberthermometer als auch mit dem elektronischen Thermometer vorgenommen worden. Das ergibt bei 114 Rektaltemperaturmessungen 114 Vergleichswerte. Wie aus den Tabellen I bis XVI zu ersehen ist, liegt die maximale Abweichung bei 0,2° C (vgl. auch Fröhlich (22)).

Die zu messenden Hautpunkte und ihre tabellarische Übersicht wurden im wesentlichen aus der Arbeit Harders (26) übernommen und sind aus den Tabel-

len I bis XVI ersichtlich.

Die Tabelle A bringt eine Übersicht über alle in dieser Arbeit beschriebenen Versuche. In ihr sind die Anzahl der Tiere jedes Versuches, die Klimaverhältnisse, der Ort der Messung, das Durchschnittsalter und das Durchschnittsgewicht der Tiere der einzelnen Versuche zusammengestellt.

Tabelle A

Nr. des Versuchs	Anzahl d. Tiere	Klimaverhältnisse Temperatur	rel. Luft- feuchte	Ort d. Messung	Durchschn. Alter d. Tiere in Monaten	Durchschn. Gewicht d. Tiere in kg
B I	10	5 ⁰	83 ‰	Stall	ca. 5	ca. 75
II	5	13 ⁰	82 ‰	Stall	ca. 5	ca. 75
III	5	17 ⁰	72 ‰	Stall	ca. 3	ca. 35
IV	5	19 ⁰	60 ‰	Stall	ca. 5	ca. 75
V	5	20 ⁰	72 ‰	Stall	ca. 3	ca. 35
C VI	12	23 ⁰	60 ‰	Stall	ca. 3	ca. 35
VII	5	23 ⁰	79 ‰	Stall	ca. 5	ca. 75
VIII	5	25 ⁰	85 ‰	Klima- kammer	ca. 5	ca. 75
IX	10	25 ⁰	70 ‰	Klima- kammer	ca. 5	ca. 75
X	10	31 ⁰	100 ‰	Klima- kammer	ca. 5	ca. 75
XI	10	31 ⁰	100 ‰	Klima- kammer	ca. 5	ca. 75
XII	4	36 ⁰	45 ‰	Klima- kammer	ca. 5	ca. 75
D XIII	10	+0 ⁰	80 ‰	Pferch	ca. 5	ca. 75
XIV	10	-5 ⁰	80 ‰	Pferch	ca. 5	ca. 75
E XV	4	20 ⁰	72 ‰	Stall	ca. 5	ca. 75
XVI	4	19 ⁰	70 ‰	Stall	ca. 5	ca. 75

Bei den in der Tabelle A aufgeführten 16 Versuchen handelt es sich bei den Versuchen I bis XIV um Untersuchungen an gesunden Schweinen. Der Versuch XV fand an rotlaferkrankten Schweinen statt. Versuch XVI stellt eine Kontrollmessung dieses Versuchs dar. Die Versuche I bis XIV sind entsprechend der im Inhaltsverzeichnis angegebenen Gliederung in drei Gruppen unterteilt. Die Versuchsgruppen sind nach bestimmten Bereichen der Außentemperatur zusammengestellt. Entsprechend dem Inhaltsverzeichnis werden diese Gruppen mit den Buchstaben B bis D gekennzeichnet. Die Gruppe E stellt den Versuch bei an Rotlauf erkrankten Schweinen und seine Kontrollmessung dar. Im folgenden Text werden die einzelnen Versuche genauer beschrieben.

B. Hauttemperaturmessungen an gesunden Schweinen bei Stalltemperaturen zwischen 0° und 20° C

Versuch I

Gemessen wurde die Hauttemperatur bei zehn gesunden Schweinen, die ein durchschnittliches Alter von ca. fünf Monaten und ein Durchschnittsgewicht von ca. 75 kg hatten. Die Stalltemperatur betrug 5° C und die relative Luftfeuchtigkeit 83 %. Die Durchschnittswerte mögen immer als Diskussionsgrundlage dienen.

Die durchschnittliche Rektaltemperatur der Tiere betrug 39,2° C. Die Schwanzspitze war mit 19,8° am kältesten und lag 19,4° unter der Rektaltemperatur. Es folgten die Ohrspitzen mit 20,0° bzw. 20,2°, die Carpalgelenke mit 28,4° und die Tarsalgelenke mit 28,2° bzw. 28,6°. Die höchste Hauttemperatur hatte die Herzgegend mit 32,2° und lag um 7° unter der Rektaltemperatur. Der Ohrgrund mit 32,1° bzw. 31,9° und die Inguinalbeuge mit 31,7° nicht wesentlich tiefer temperiert. Die Schwankungsbreite zwischen höchst- und niedrigst temperierter Hautstelle betrug 12,4°. Zu bemerken wäre die gleichmäßige Temperierung der übrigen Körperpunkte, die zwischen 29,5° (Rücken zwischen den Schultern) und 30,7° (Brustmitte li.) variierte. Das ist eine Variationsbreite von 1,2°. Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche (als arithmetisches Mittel zwischen dem Höchst- und dem Tiefstwert der Temperatur der übrigen Körperpunkte) beträgt 30,1°.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind im Anhang aus Tabelle I ersichtlich.

Versuch II

Dieser Versuch wurde mit fünf gesunden Schweinen durchgeführt, die ein Durchschnittsalter von ca. fünf Monaten und ein Durchschnittsgewicht von ca. 75 kg hatten. Im Stall herrschte eine Temperatur von 13° , und die relative Luftfeuchte betrug 82 %.

Die durchschnittliche Rektaltemperatur der Tiere betrug $39,5^{\circ}$ C. Der kälteste Punkt, die Schwanzspitze, liegt mit 27° um $12,5^{\circ}$ unter der Rektaltemperatur. Die Ohrspitzen mit $27,6^{\circ}$ und die Carpalgelenke mit $30,2^{\circ}$ bzw. $30,9^{\circ}$ sind die nächstkälteren Hautpunkte. Die Inguinalbeugen mit $34,5^{\circ}$ bzw. $34,3^{\circ}$ liegen um 5° unter der Rektaltemperatur und sind die am höchsten temperierten Hautstellen. Der Ohrgrund mit $33,7^{\circ}$ bzw. $33,2^{\circ}$, die Herzgegend mit $33,2^{\circ}$ und der Nabel mit $33,0^{\circ}$ differieren gering. Der höchste und niedrigste Wert variiert um $7,5^{\circ}$. Die übrigen Körperpunkte schwanken hinsichtlich ihrer Temperatur zwischen $31,0^{\circ}$ (Schwanzgrund dors.) und $32,1^{\circ}$ (Schulterblatt re.), was eine Differenz von $1,1^{\circ}$ ausmacht. Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche beträgt $31,6^{\circ}$. Die Ergebnisse dieses Versuches sind im Anhang aus Tabelle II ersichtlich.

Versuch III

Ein Versuch mit fünf gesunden Schweinen, die ein Durchschnittsalter von ca. drei Monaten und ein Durchschnittsgewicht von ca. 35 kg hatten. Die Stalltemperatur betrug 17° bei einer relativen Luftfeuchte von 72 %.

Die durchschnittliche Rektaltemperatur der Tiere betrug $39,5^{\circ}$ C. Die tiefste Temperatur wurde mit $27,6^{\circ}$ an der Schwanzspitze gemessen. Sie liegt um $11,9^{\circ}$ unter der Rektaltemperatur. Die nächstkälteren Temperaturen wurden an der Ohrspitze mit $29,1^{\circ}$ und an den Carpalgelenken mit $29,9^{\circ}$ bzw. $29,6^{\circ}$ gemessen. Die Herzgegend mit $34,3^{\circ}$ und die Inguinalbeuge re. mit $34,3^{\circ}$ weisen die höchste Hauttemperatur auf und liegen um $5,2^{\circ}$ unter der Rektaltemperatur. Inguinalbeuge li. mit $33,9^{\circ}$, Ohrgrund mit $33,8^{\circ}$ bzw. $33,7^{\circ}$ und Nabelgegend mit $33,1^{\circ}$ sind weitere obere Grenzwerte. Die Temperaturschwankungsbreite vom höchsten zum niedrigsten Wert beträgt $6,7^{\circ}$. Die restlichen Temperaturpunkte des Körpers schwanken zwischen $30,5^{\circ}$ (Tarsalgelenk dors. li.) und $32,3^{\circ}$ (Flanke li.), woraus eine Differenz von $1,8^{\circ}$ resultiert. Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche beträgt $31,4^{\circ}$.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind im Anhang aus Tabelle III ersichtlich.

Versuch IV

Für diesen Versuch standen fünf gesunde Schweine mit einem Durchschnittsalter von ca. fünf Monaten und einem Durchschnittsgewicht von ca. 75 kg zur Verfügung. Die Stalltemperatur betrug 19° bei einer relat. Luftfeuchte von 60 %.

Die durchschnittliche Rektaltemperatur der Tiere betrug $39,3^{\circ}$ C. Die Schwanzspitze hatte mit $28,1^{\circ}$ die tiefste Temperatur. Die Differenz zur Rektaltemperatur betrug somit $11,2^{\circ}$. Die folgenden tiefen Temperaturpunkte sind die Ohrspitzen mit $28,4^{\circ}$ und die Carpalgelenke mit $28,2^{\circ}$ bzw. $28,7^{\circ}$. - Am höchsten ist der Ohrgrund li. temperiert. Mit $34,9^{\circ}$ liegt er um $4,7^{\circ}$ unter der Rektaltemperatur. Zu nennen wäre hier auch noch die Temperatur der Inguinalbeuge mit $34,3^{\circ}$ bzw. $34,1^{\circ}$ und die Herzgegend mit $33,1^{\circ}$. Die Schwankungsbreite zwischen höchstem und niedrigstem Hauttemperaturwert beträgt $6,8^{\circ}$. Die übrigen Temperaturen der Haut schwanken zwischen $30,1^{\circ}$ (Tarsalgelenk dors. li.) und $32,3^{\circ}$ (Lebergegend) um $2,2^{\circ}$. Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche beträgt $31,2^{\circ}$.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind im Anhang aus Tabelle IV ersichtlich.

Versuch V

Ein Versuch mit fünf gesunden Schweinen im Durchschnittsalter von ca. drei Monaten und mit einem Durchschnittsgewicht von ca. 35 kg. Die Stalltemperatur betrug 20° bei 72 % relat. Luftfeuchte.

Die durchschnittliche Rektaltemperatur der Tiere betrug $39,5^{\circ}$ C. Am tiefsten temperiert war die Schwanzspitze mit $28,9^{\circ}$. Sie liegt um $10,6^{\circ}$ unter der Rektaltemperatur. Die Ohrspitzen mit $29,1^{\circ}$, das Carpalgelenk mit $29,9^{\circ}$ bzw. $30,8^{\circ}$ und das Tarsalgelenk li. mit $30,9^{\circ}$ zählen weiter zu den tiefer temperierten Hautpunkten. - Die höchste Hauttemperatur haben die Inguinalbeugen mit $34,7^{\circ}$ bzw. $34,0^{\circ}$ C. Sie liegen $4,8^{\circ}$ unter der Rektaltemperatur. Weiter weisen hohe Temperaturen auf: Ohrgrund mit $34,3^{\circ}$ bzw. $33,5^{\circ}$, die Herzgegend mit $34,4^{\circ}$ und die Nabelgegend mit $33,3^{\circ}$. - Der höchste und niedrigste Temperaturwert der Haut weichen also um $5,8^{\circ}$ voneinander ab. Die übrigen Temperaturen der Haut schwanken zwischen $31,0^{\circ}$ (Schwanzgrund dor.) und $32,8^{\circ}$ (Flanke re.) mit $1,8^{\circ}$. Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche beträgt $31,9^{\circ}$ C.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind im Anhang aus Tabelle V ersichtlich.

Diskussion der Ergebnisse dieser Versuchsreihe:

Grundsätzlich stimme ich mit allen Autoren darin überein, daß der Rumpf der Tiere höher temperiert ist als die extremital gelegenen Körperteile. Was die Hauttemperatur bezüglich der Topographie der Hautstellen betrifft, halte ich es nicht für richtig, die unter den verschiedensten klimatischen Bedingungen gewonnenen Meßwerte als Durchschnittswerte zur Diskussion zu stellen, wie Harder (26) das tut, sondern ich möchte die Ergebnisse jedes einzelnen Versuches diskutiert wissen, weil meines Erachtens der Klimafaktor gerade für die extremen (höchsten und niedrigsten) Meßergebnisse von Bedeutung ist. Abgesehen von dieser Tatsache stellte ich fest, daß meine Ergebnisse nicht wesentlich von denen Harders (26) abweichen, denn auch seine Meßwerte wurden fast unter den gleichen klimatischen Verhältnissen gewonnen, unter denen auch meine Experimentreihe ablief.

Ich konnte beobachten, daß immer die Schwanzspitze der kälteste Punkt ist, der in dieser Versuchsreihe zwischen $19,8^{\circ}$ und $28,9^{\circ}$ variiert. Als zweitkälteste Hautstelle sind die Ohrspitzen (20° - $29,2^{\circ}$) anzusehen, deren Temperatur nicht wesentlich von der der Schwanzspitze abweicht. Wenn Harder (26) hingegen die Ohrspitzen um einige $1/10^{\circ}$ kälter findet, als die Schwanzspitze, so ist das für das Gesamtergebnis von nicht wesentlicher Bedeutung. Carpalgelenke dors. und Tarsalgelenke dors. sind weitere relativ niedrig temperierte Hautpunkte, was ihrer Lage entsprechend auch einleuchtet. Ich stimme mit Harder (26) überein, wenn er stets an der dorsalen Seite der Tarsalgelenke eine höhere Temperatur feststellt als an der dorsalen Seite der Carpalgelenke. Das mag daran liegen, daß man beim Carpalgelenk die Streckseite und beim Tarsalgelenk die Beugeseite gemessen wurde.

Als die Hautstellen mit der höchsten Temperatur glaube ich die Inguinalbeuge, den Ohrgrund, die Herzgegend und den Nabel (Versuch V) herausstellen zu müssen. Ihre Temperaturen schwanken in dieser Versuchsreihe von $32,2^{\circ}$ bis $34,9^{\circ}$ C. Sie haben also eine geringe Schwankungsbreite. Eine Gesetzmäßigkeit hinsichtlich der Reihenfolge stellte ich nicht fest.

Eine Temperatursymmetrie gleichbenannter Körperpunkte und ein Einfluß substituierter Organe auf die Hauttemperatur bestimmter Körperpunkte konnte nicht festgestellt werden.

Die Tabelle B (siehe nächste Seite) gibt eine Übersicht der wichtigsten Ergebnisse von Hauttemperaturmessungen an gesunden Schweinen bei Außentemperaturen zwischen 5° und 20° . Die Zahlen sind Durchschnittswerte der einzelnen Versuche.

Tabelle B

	Versuch I bei 5° T. u. 83 % r. F.	Versuch II bei 13° T. u. 82 % r. F.	Versuch III bei 17° T. u. 72 % r. F.	Versuch IV bei 19° T. u. 60 % r. F.	Versuch V bei 20° T. u. 72 % r. F.
Durchschnittliche Rektaltemperatur	39,2	39,5	39,5	39,3	39,5
Tiefste Hauttemperatur	Schwanzspitze 19,8	Schwanzspitze 27,0	Schwanzspitze 27,6	Schwanzspitze 28,1	Schwanzspitze 28,9
Höchste Hauttemperatur	Herzgegend	Inguinalbg. re. Inguinalbg. li.	Herzgegend bzw. Inguinal- bg. re.	Ohrgrund li.	Inguinalbg. re.
Differenz zwischen tiefster und höchster Hauttemperatur	32,2	34,5	34,3	34,9	34,7
Abweichung der tiefsten Hauttempera- tur von der Rektaltemperatur	12,4	7,5	6,7	6,8	5,8
Abweichung der höchsten Hauttempera- tur von der Rektaltemperatur	19,4	12,5	11,9	11,2	10,6
Tiefste Temperatur der übrigen Hautpunkte	7,0	5,0	5,2	4,7	4,8
Höchste Temperatur der übrigen Hautpunkte	Rücken zw. d. Schultern 29,5 Brustmitte li. 30,7	Schwanzgrund dors. 31,0 Schulterbl. re. 32,1	Tarsalgelenk dors. li. 30,5 Flanke li. 32,3	Tarsalgelenk dors. li. 30,1 Lebergegend 32,3	Schwanzgrund dors. 31,0 Flanke re. 32,8
Differenz zw. tiefster und höchster Temperatur der übrigen Hautpunkte	1,2	1,1	1,8	2,2	1,8
Mittlere Temperatur der Körperoberfläche	30,1	31,6	31,4	31,2	31,9

In der Tabelle B ist die Abweichung zwischen Rektaltemperatur und höchster und tiefster Hauttemperatur herausgestellt. Aus der Temperatur der übrigen Körperpunkte wurde die mittlere Temperatur der Körperoberfläche ermittelt. An Hand der Relation der Werte zueinander und einem Vergleich dieser Ergebnisse der einzelnen Versuche soll versucht werden, die Bedeutung der Außenfaktoren für die Hauttemperaturen herauszustellen. Innerhalb der Versuchsreihe ergaben sich für die in der Tabelle herausgestellten Werte wechselnde Hautpunkte, die bei dem jeweiligen Zahlenwert vermerkt sind.

Der Faktor "Luftdruck" kann in dieser Arbeit vernachlässigt werden, da er nie wesentlich von der Norm abweicht. Über den Einfluß der Luftfeuchte möchte ich in dieser Versuchsreihe nichts aussagen, da ihre Werte nur im Versuch IV abweichen und ein nachfolgender Versuch eine eindeutige Aussage zuläßt. - Was aber die Stalltemperatur betrifft, so stellte ich mit ihrem Ansteigen auch ein Steigen der Hauttemperatur, sowohl der Tiefst- als auch der Höchstwerte fest. Natürlicherweise fällt somit die Differenz beider Werte zur Rektaltemperatur. Bemerkenswert erscheint mir, daß die Differenz zwischen Höchst- und Tiefstwert mit steigender Temperatur geringer wird (von $12,4^{\circ}$ bis $5,8^{\circ}$). Das macht bei einer Außentemperaturschwankung von 15° $6,6^{\circ}$ aus. Erwähnen möchte ich auch die geringe Variationsbreite der Hauttemperatur der übrigen Körperpunkte ($1,1^{\circ}$ bis $2,2^{\circ}$).

Vergleicht man nun die Relationswerte dieser Versuchsreihe, so fällt auf, daß die Differenz in der Hauttemperatur zwischen den Werten des Versuchs I und des Versuchs II sehr viel größer ist als die zwischen den Werten des Versuchs II und V, obwohl der Außentemperaturunterschied zwischen Versuch I und II und der zwischen Versuch II und V fast gleich ist. Auch die absoluten Meßwerte zeigen innerhalb der Versuche II bis V weit geringere Schwankungen, d. h. eine geringere Änderung der Hauttemperatur als zwischen diesen und dem Versuch I festzustellen sind. Aus dieser Tatsache möchte ich schließen, daß bei Außentemperaturen von 13° bis 20° der Wärmehaushalt weniger belastet wird als bei einer Außentemperatur von 5° . Meine Beobachtung bezüglich des Verhaltens der Tiere unterstützt diese Feststellung, denn beim Versuch I, also bei 5° Außentemperatur, waren die Tiere sehr unruhig und befanden sich in ständiger Bewegung, während sie bei den Versuchen II bis V sich ruhig verhielten. Aus Tabelle B kann man weiter erkennen, daß zwar die Temperatur der Hautpunkte mit dem Ansteigen der Außentemperatur auch höher wird, daß aber die Differenz zwischen den wärmsten und kältesten Stellen geringer ist. Da es sich hier im wesentlichen um Hauttemperaturen des Rumpfes handelt, kann man daraus schließen, daß die Körperoberfläche des Rumpfes

bei verschiedenen Außentemperaturen einen ziemlich homogenen Wärmeanteil besitzt.

Auch das Alter und Gewicht scheinen einen Einfluß auf die Höhe der Hauttemperatur zu haben. In den Versuchen III und V standen Schweine im Alter von ca. 3 Monaten und mit einem Gewicht von ca. 35 kg, während sich im Versuch IV Schweine im Alter von ca. 5 Monaten und mit einem Gewicht von ca. 75 kg befanden. Bei der annähernd gleichen Außentemperatur (17° - 19° - 20° C) und relativen Luftfeuchte (72 % - 60 % - 72 %) ist die mittlere Temperatur der Körperoberfläche bei den jüngeren und leichteren Schweinen doch um einige $1/10$ Grade höher als bei den älteren und schwereren Tieren.

C. Hauttemperaturmessungen an gesunden Schweinen bei Temperaturen zwischen 20° und 36° C

Versuch VI

Ein Versuch mit 12 gesunden Schweinen, die ein Durchschnittsalter von ca. drei Monaten und ein Durchschnittsgewicht von ca. 35 kg hatten. Sie lebten längere Zeit bei einer Stalltemperatur von 23° und einer relat. Luftfeuchte von 60 %. Die durchschnittliche Rektaltemperatur von 40° läßt sich nur mit dem geringen Alter der Tiere erklären.

Die tiefste Temperatur hat die Schwanzspitze mit $30,2^{\circ}$, die um $9,8^{\circ}$ C unter der Rektaltemperatur liegt. Ebenfalls zu nennen wären hier die niedrigen Temperaturen der Ohrspitzen mit $30,5^{\circ}$ bzw. $30,7^{\circ}$ und der Carpalgelenke mit $31,5^{\circ}$ bzw. $31,9^{\circ}$. - Die höchste Hauttemperatur zeigt die Inguinalbeuge re. mit $35,1^{\circ}$, die um $4,9^{\circ}$ von der Rektaltemperatur abweicht. Die Herzgegend mit $34,0^{\circ}$ wie die Nabelgegend und Ohrgrund mit $33,9^{\circ}$ fallen weiter als hochtemperierte Punkte auf. - Der höchste und niedrigste Temperaturwert weichen um $5,1^{\circ}$ voneinander ab, während die Temperatur der übrigen Hautpunkte zwischen $32,0^{\circ}$ (Tarsalgelenk li.) und $33,2^{\circ}$ (Brustmitte li.) liegt und um $1,2^{\circ}$ variiert. Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche (als arithmetisches Mittel zwischen dem Höchst- und dem Tiefstwert der Temperatur der übrigen Körperpunkte) beträgt $32,6^{\circ}$.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind im Anhang aus Tabelle VI ersichtlich.

Versuch VII (vgl. auch Tabelle VII)

Ein Versuch mit fünf gesunden Schweinen. Ihr Durchschnittsalter war ca. fünf Monate und ihr Durchschnittsgewicht ca. 75 kg. Die Stalltemperatur betrug 23° bei 79 % relat. Luftfeuchte. Diese Tiere wurden später auch zu Versuch VIII herangezogen.

Die durchschnittliche Rektaltemperatur der Tiere betrug $39,4^{\circ}$ C. Die Schwanzspitze hat die tiefste Temperatur und zwar $29,6^{\circ}$. Sie weicht um $9,8^{\circ}$ von der Rektaltemperatur ab. Nicht wesentlich höher temperiert sind die Ohrspitzen mit $31,0^{\circ}$ bzw. $31,1^{\circ}$ und die Carpalgelenke mit $29,9^{\circ}$ bzw. $30,3^{\circ}$. - Die Inguinalbeuge li. mit $35,0^{\circ}$ ist von den Hautstellen am wärmsten und weicht nur um $4,4^{\circ}$ von der Rektaltemperatur ab. Der Ohrgrund mit $34,3^{\circ}$, die Herzgegend mit $34,1^{\circ}$ und die Nabelgegend mit $33,6^{\circ}$ sind weitere hochtemperierte Hauptpunkte. - Die Differenz zwischen höchster und niedrigster Hauttemperatur beträgt $5,4^{\circ}$, während die Temperatur der übrigen Hautpunkte zwischen $31,3^{\circ}$ (Tarsalgelenk dors. re) und $32,8^{\circ}$ (Lebergegend) liegt, mit einem Temperaturunterschied von $1,5^{\circ}$. Die mittlere Hauttemperatur beträgt $32,0^{\circ}$ C.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind im Anhang aus Tabelle VII ersichtlich.

Versuch VIII (vgl. auch Tabelle VIII)

Ein Versuch mit fünf gesunden Schweinen. Ihr Durchschnittsalter betrug ca. fünf Monate und das Durchschnittsgewicht ca. 75 kg. Die Tiere befanden sich einige Tage in der Klimakammer bei einer Temperatur von 25° C und einer relat. Luftfeuchte von 85 %. Es sind die gleichen Tiere wie in Versuch VII.

Die durchschnittliche Rektaltemperatur der Tiere betrug $39,4^{\circ}$ C. Schwanz- und Ohrspitzen haben mit $31,1^{\circ}$ die tiefste Temperatur, die um $8,3^{\circ}$ von der Rektaltemperatur abweicht. Die Carpalgelenke mit $32,1^{\circ}$ und die Tarsalgelenke mit $32,3^{\circ}$ sind weitere tief temperierte Hauptpunkte. - Mit $35,9^{\circ}$ ist die Inguinalbeuge re. die wärmste Hautstelle und weicht nur um $3,5^{\circ}$ vom Rektalwert ab. Der Ohrgrund ($35,5^{\circ}$), die Herzgegend ($35,6^{\circ}$) und die Nabelgegend ($34,7^{\circ}$) sind nicht viel kühler. - Vergleicht man wieder den Höchst- und Tiefstwert der Hauttemperaturen, so stellt man eine Differenz von $4,8^{\circ}$ fest. Die übrigen Hauptpunkte haben eine Variationsbreite von $0,9^{\circ}$. Die Werte liegen zwischen $33,1^{\circ}$ (Schulterblatt li.) und $34,0^{\circ}$ (Lebergegend). Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche beträgt $33,6^{\circ}$.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind im Anhang aus Tabelle VIII ersichtlich.

Versuch IX (vgl. auch Tabelle IX)

Ein Versuch mit zehn gesunden Schweinen, die ein Durchschnittsalter von ca. fünf Monaten und ein Durchschnittsgewicht von ca. 75 kg hatten. Auch diese Tiere befanden sich einige Tage in der Klimakammer bei einer Temperatur von 25° und einer relat. Luftfeuchte von 70 %. Es sind die gleichen Tiere wie in Versuch X, der noch am gleichen Tage aber nach diesem Versuch stattfand.

Die durchschnittliche Rektaltemperatur der Tiere betrug $39,5^{\circ}$ C. Der kühlsste Hautpunkt, die Schwanzspitze mit $30,8^{\circ}$ weicht um $8,7^{\circ}$ von der Rektaltemperatur ab. Die Ohrspitze mit $31,3^{\circ}$ bzw. $31,7^{\circ}$, die Carpalgelenke mit $31,1^{\circ}$ bzw. $31,3^{\circ}$ und die Tarsalgelenke mit $31,7^{\circ}$ sind weitere tieftemperierte Hautpunkte. - Die wärmste Hautstelle ist die Inguinalbeuge li. mit $35,7^{\circ}$, die um nur $3,5^{\circ}$ vom Rektalwert abweicht. Es folgen die warme Herz- und Nabelgegend mit $34,5^{\circ}$ und der Ohrgrund mit $34,4^{\circ}$. - Die Differenz zwischen höchster und tiefster Hauttemperatur beträgt $4,9^{\circ}$. Die Temperatur der übrigen Körperpunkte schwankt zwischen $32,2^{\circ}$ (Schwanzgrund dors.) und $33,0^{\circ}$ (Brustmitte li.) um $0,8^{\circ}$. Die mittlere Hauttemperatur beträgt $32,6^{\circ}$.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind im Anhang aus Tabelle IX ersichtlich.

Versuch X (vgl. auch Tabelle X)

Ein Versuch mit zehn gesunden Schweinen. Das Durchschnittsalter betrug ca. fünf Monate, das Durchschnittsgewicht ca. 75 kg. Diese Tiere standen vorher einige Tage lang in Versuch IX. Nachdem dieser abgeschlossen war, wurde eine Klimaveränderung vorgenommen, so daß in der Klimakammer eine Temperatur von 31° und eine relat. Luftfeuchte von 100 % herrschte. Die Tiere befanden sich vier Stunden lang unter diesen Bedingungen, als mit dem Messen begonnen wurde. Die Meßdauer für die zehn Tiere betrug ca. fünf Stunden. Die Temperatur schwankte 5 cm über dem Boden zwischen $29,5^{\circ}$ und $30,0^{\circ}$.

Die durchschnittliche Rektaltemperatur der Tiere betrug $40,5^{\circ}$ C. Die Schwanzspitze ist der kühlsste Hautpunkt mit einer Temperatur von $35,9^{\circ}$ und weicht um $4,6^{\circ}$ von der Rektaltemperatur ab. Carpalgelenke mit $36,3^{\circ}$ bzw. $36,8^{\circ}$ und die Ohrspitzen mit $36,8^{\circ}$ bzw. $37,1^{\circ}$ zählen weiter zu den tief temperierten Hautpunkten. - Zu den wärmsten Hautstellen gehört die Inguinalbeuge li. mit $39,0^{\circ}$, die nur $1,5^{\circ}$ unter der Rektaltemperatur liegt. Annähernd gleich warm sind der Ohrgrund mit $38,5^{\circ}$ und die Herzgegend mit $38,4^{\circ}$. - Die Differenz zwischen höchster und tiefster Hauttemperatur beträgt nur $3,1^{\circ}$. Die

Temperaturen der übrigen Körperpunkte haben mit $0,7^{\circ}$ eine enge Variationsbreite und liegen zwischen $37,2^{\circ}$ (Oberschenkel re.) und $37,9^{\circ}$ (Nabelgegend). Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche beträgt $37,5^{\circ}$.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind im Anhang aus Tabelle X ersichtlich.

Versuch XI

Ein Versuch mit zehn gesunden Schweinen. Das Durchschnittsalter betrug ca. fünf Monate und das Durchschnittsgewicht ca. 75 kg. Es herrschte eine Temperatur in der Klimakammer von $31,0^{\circ}$, die relative Luftfeuchtigkeit betrug 100 %. Je fünf Tiere dieses Versuches waren bereits einige Tage vorher in der Klimakammer im Versuch VII bei 23° und 79 % relativer Luftfeuchtigkeit bzw. im Versuch VIII bei 25° und 85 % relativer Luftfeuchtigkeit gewesen.

Die durchschnittliche Rektaltemperatur der Tiere betrug $40,4^{\circ}$ C. Der kühlsste Hautpunkt ist die Ohrspitze li. mit $36,1^{\circ}$. Ihre Differenz zur Rektaltemperatur beträgt $4,3^{\circ}$. Es folgen die Schwanzspitze mit $36,5^{\circ}$ und das Carpalgelenk mit $37,3^{\circ}$ bzw. $37,5^{\circ}$. - Die Inguinalbeuge mit $39,3^{\circ}$ ist die wärmste Hautstelle und liegt nur $1,1^{\circ}$ unter der Rektaltemperatur. Die Herzgegend mit $39,2^{\circ}$, Ohrgrund mit $38,9^{\circ}$ bzw. $38,6^{\circ}$ und Nabelgegend mit $38,6^{\circ}$ sind nicht wesentlich kühler. - Die Differenz zwischen tiefster und höchster Hauttemperatur beträgt nur $3,2^{\circ}$. - Die Temperatur der übrigen Körperpunkte variiert bei $38,6^{\circ}$ (Oberschenkel li.) und $37,6^{\circ}$ (Unterarm li.) um $1,0^{\circ}$. Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche beträgt $38,1^{\circ}$.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind im Anhang aus Tabelle XI ersichtlich.

Versuch XII

Ein Versuch mit vier Schweinen, Durchschnittsalter ca. fünf Monate, Durchschnittsgewicht ca. 75 kg. Diese Tiere waren auch im Versuch VIII und im Versuch XI verwendet worden. Die Tiere lebten schon vorher einige Tage in der Klimakammer bei 25° und 85 % relativer Luftfeuchtigkeit. Dann wurde das Klima in der Kammer so reguliert, daß bei diesem Versuch eine Temperatur von 36° und eine relative Luftfeuchte von 45 % herrschte. Die Temperatur betrug 5 cm über dem Boden $34,5^{\circ}$ C. Nach vier Stunden Wärmebelastung begann ich mit dem Messen. Dieses dauerte ca. zwei Stunden.

Die durchschnittliche Rektaltemperatur der Tiere betrug $40,0^{\circ}$ C. Mit $34,9^{\circ}$ ist wieder die Schwanzspitze am kühlssten und weist zur Rektaltemperatur eine

Differenz von $5,1^{\circ}$ auf. Die Carpalgelenke mit $35,3^{\circ}$ sind nicht wesentlich wärmer. - Die höchste Hauttemperatur hat der Ohrgrund li. mit $38,3^{\circ}$, was nur eine Differenz von $1,7^{\circ}$ von der Rektaltemperatur ausmacht. Annähernd gleiche Temperaturen haben die Inguinalbeugen mit $37,9^{\circ}$. - Die Differenz zwischen höchster und tiefster Hauttemperatur beträgt $3,4^{\circ}$. Alle übrigen Hautpunkte sind ziemlich gleichmäßig temperiert. Die Temperaturwerte variieren bei $36,5^{\circ}$ am Unterarm re. und bei $37,5^{\circ}$ am Schwanzgrund dors. um $1,0^{\circ}$. Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche beträgt $37,0^{\circ}$.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind im Anhang aus Tabelle XII ersichtlich.

Diskussion der Ergebnisse dieser Versuchsreihe

Bezüglich der Topographie der wärmeren und kälteren Hautpunkte deckt sich das Ergebnis dieser Versuchsreihe mit dem der vorhergehenden. Die extremital gelegenen Hautpunkte sind kälter als die des Rumpfes. Hohe Temperaturen weisen wieder die geschützt liegenden Hautpunkte auf.

Die Tabelle C (siehe Seite 37/38) gibt eine Übersicht der wichtigsten Ergebnisse von Hauttemperaturmessungen an gesunden Schweinen bei Außentemperaturen zwischen 20° und 36° C. Die angegebenen Werte sind Durchschnittsergebnisse der einzelnen Versuche.

In der Tabelle C sind die extremen Hauttemperaturen, ihre Relation zueinander und zur Rektaltemperatur und die mittlere Temperatur der Körperoberfläche aufgeführt, die unter den angegebenen Bedingungen gemessen wurden. An Hand dieser Werte soll versucht werden, die Bedeutung der Außentemperatur für die Hauttemperatur herauszustellen. Innerhalb der Versuchsreihe ergaben sich für die in der Tabelle herausgestellten Werte wechselnde Hautpunkte, die bei dem jeweiligen Zahlenwert vermerkt sind.

Ich stellte hier wieder fest, daß mit dem Steigen der Außentemperatur auch die Hauttemperatur sowohl bezüglich der Höchst- als auch der Tiefstwerte steigt. Die Relationswerte ändern sich entsprechend. Die Differenz zwischen Höchst- und Tiefstwert wird mit steigender Temperatur geringer. Das läßt auf eine gleichmäßige Temperierung der gesamten Körperoberfläche bei hohen Temperaturen schließen. Die Variationsbreite der Temperatur der übrigen Körperpunkte wird zwar geringer, es fällt aber auf, daß sie, wenn man die erste Versuchsreihe mitberücksichtigt, sowohl bei extrem hohen als auch extrem niederen Temperaturen kleiner ist als bei mittleren Außentemperaturen (wie z. B. Versuch III, IV und V). Diese enge Variationsbreite der übrigen

gen Hauttemperatur - es handelt sich im wesentlichen um Hautpunkte des Rumpfes - bei extremen Außentemperaturen läßt vielleicht den Schluß zu, daß der Körper unter diesen Bedingungen die Regulationseinrichtungen der Wärme maximal anspannt.

Diese Versuchsreihe diente im wesentlichen der Untersuchung des Einflusses hoher Temperatur auf die Hauttemperatur. Die extremsten Ergebnisse brachten die Versuche X und XI. Da beiden Versuchen gleiche Bedingungen zu Grunde lagen, soll später der in der Tabelle aufgeführte Durchschnittswert beider Versuche als Diskussionsgrundlage dienen. - Zunächst fällt auf, daß die rektale Temperatur um 1°C gestiegen ist. Vergleiche hierzu Versuch VII mit Versuch XI und Versuch IX mit Versuch X. Dieser Anstieg der Kern-Temperatur muß als eine maximale Belastung der Wärmeregulation gedeutet werden. Betrachtet man weiter die absoluten Meßergebnisse, so liegt die höchste Temperatur im Durchschnitt nur um $1,3^{\circ}$ und die niedrigste nur um $4,4^{\circ}\text{C}$ unter der Rektaltemperatur. Die übrigen Hautpunkte haben einen Temperaturdurchschnitt von $37,8^{\circ}$. Hiermit dürfte die Nähe der Toleranzgrenze erreicht sein. Das Verhalten der Tiere während des Versuches mag diese Feststellung noch unterstreichen. Die Tiere lagen apathisch da und mußten während des Messens von der einen auf die andere Seite gewendet werden, da sie nicht aufstanden. Ich habe bei allen Tieren die Atemfrequenz festgestellt und zählte 112 bis 130 Atemzüge in der Minute (normal 8 - 18). Die Polypnoe ist ein wärmeregulierender Faktor, dessen Grenze der Leistungsfähigkeit hier aber überschritten ist, da die Außenluft mit Feuchtigkeit abgesättigt war und nur das Temperaturgefälle zwischen Außenluft (31°) und Kerntemperatur ($40, 45^{\circ}$) einen geringen Wärmeausgleich zu schaffen vermochte. Dieser Versuch zeigt somit die große Bedeutung der relativen Luftfeuchte für die Wärmeregulation und die daraus resultierende Oberflächentemperatur.

Bei niedriger relativer Luftfeuchte und hoher Außentemperatur hat die Polypnoe als wärmeregulierender Faktor eine große Bedeutung. Am deutlichsten zeigt dies der Versuch XII. Zwar herrscht bei diesem Versuch eine noch höhere Außentemperatur (36°), aber die relative Luftfeuchte beträgt nur 45 %. Wiederum stieg die Rektaltemperatur, aber nur um $0,6^{\circ}$. Die periphere Temperatur liegt im Durchschnitt um 1° niedriger als im Versuch X und XI. Die Atemfrequenz betrug 132 - 148 Atemzüge pro Minute. Hier hat also die Polypnoe als regulierender Faktor eine große Bedeutung durch die Wasserverdunstung von der Lunge-, Mundhöhlen- und Zungenoberfläche. Die Tiere waren zwar sehr ruhig, aber nicht so apathisch wie die Tiere beim Versuch X und XI. Diese Ergebnisse der Versuche X, XI und XII rechtfertigten es, hier bereits von Wärme-

Tabelle C

	Versuch VI b. 23 ⁰ T. u. 60 % r. F.	Versuch VII b. 23 ⁰ T. u. 79 % r. F.	Versuch VIII b. 25 ⁰ T. u. 85 % r. F.
Durchschnittliche Rektaltemperatur	40,0	39,4	39,4
Tiefste Hauttemperatur	Schwanzspitze 30,2	Schwanzspitze 29,6	Schwanz- u. Ohrspitze 31,1
Höchste Hauttemperatur	Inguinalbeuge re. 35,1	Inguinalb. li. 35,0	Inguinalb. 35,9
Differenz zwischen tiefster und höchster Hauttemperatur	5,1	5,4	4,8
Abweichung der tiefsten Hauttemperatur von der Rektaltemperatur	9,8	9,8	8,3
Abweichung der höchsten Hauttemperatur von der Rektaltemperatur	4,9	4,4	3,5
Tiefste Temperatur der übrigen Hauptpunkte	Tarsalgel. dors. li. 32,0	Tarsalgel. dors. re. 31,3	Schulterbl. 33,1
Höchste Temperatur der übrigen Hauptpunkte	Brustmitte li. 33,2	Lebergegend 32,8	Lebergege 34,0
Differenz zwischen tiefster und höchster Temperatur der übrigen Hauptpunkte	1,2	1,5	0,9
Mittlere Temperatur der Körperoberfläche	32,6	32,0	33,6

	Versuch IX b. 25° T. u. 70% r. F.	Versuch X b. 31° T. u. 100% r. F.	Mittelwert v. Versuch XI und Versuch X	Versuch XI b. 31° T. u. 100% r. F.	Versuch XII b. 36° T. u. 45% r. F.
	39,5	40,5	40,45	40,4	40,0
	Schwanzspitze 30,8	Schwanzspitze 35,9	36,0	Ohrspitze li. 36,1	Schwanzspitze 34,9
e.	Inguinalb. li. 35,7	Inguinalb. re. 39,0	39,2	Inguinalbeugen 39,3	Ohrgrund li. 38,3
	4,9	3,1	3,15	3,2	3,4
	8,7	4,6	4,45	4,3	5,1
	3,8	1,5	1,3	1,1	1,7
tt li.	Schwanzgr. dor.	Oberschenkel re.		Unterarm li.	Unterarm re.
	32,2	37,2	37,4	37,6	36,5
nd	Brustmitte li.	Nabelgegend		Oberschenkel li.	Schwanzgrund dors.
	33,0	37,9	38,2	38,6	37,5
	0,8	0,7	0,85	1,0	1,0
	32,6	37,5	37,9	38,1	37,0

stauung zu sprechen. - Interessant erschien mir eine Nachkontrolle des Versuches XI, die nach zwei Tagen durch den Versuch VIII stattfand. Es ergaben sich den neuen Versuchsbedingungen entsprechende Ergebnisse, wozu in etwa der Versuch VII als Vergleich dienen mag; denn dieser fand direkt vor der extremen Klimabelastung statt.

In den Versuchen VI und VII herrschten annähernd gleiche Klimabedingungen, aber die Versuchstiere unterschieden sich hinsichtlich Alter und Gewicht. Wie schon in vorangegangenen Versuchen lag die mittlere Temperatur der Körperoberfläche bei den jüngeren und leichteren Tieren um einige $1/10$ Grade höher als bei den älteren und schwereren Schweinen.

D. Hauttemperaturmessungen an gesunden Schweinen bei Außentemperaturen von 0° und -5° C

Während der Versuche dieser Experimentreihe stellte ich fest, daß die Temperaturen von Schwanz- und Ohrenspitzen meistens tiefer als 15° waren. Mit dem mir zur Verfügung stehenden Gerät konnte ich aber unter 15° liegende Temperaturen nicht messen. Da jedoch bereits alle Vorbereitungen getroffen und die Versuchstiere beschafft waren, entschloß ich mich, die Versuche trotz dieses Nachteils durchzuführen. Beim Versuch XIII dürfte aber die tiefste Hauttemperatur (Schwanzspitze, Ohrspitzen) um 15° liegen, wie die wenigen Meßergebnisse der Ohrspitzen zeigen.

Versuch XIII

Ein Versuch mit zehn gesunden Schweinen mit dem Durchschnittsalter von ca. fünf Monaten und einem Durchschnittsgewicht von ca. 75 kg. Die Tiere wurden bereits einige Tage im Stall bei einer Temperatur von ca. 5° und einer relat. Luftfeuchte von ca. 80 % gehalten. Die Tiere wurden in ein Pferch im Freien getrieben, und nach etwa zwei Stunden wurde ihre Hauttemperatur gemessen. Die Außentemperatur betrug $+ 0^{\circ}$ und 80 % relative Luftfeuchte wurde gemessen. Die Tiere legten sich nicht, sondern waren ständig in Bewegung. Am Tage vorher standen die Tiere im Versuch I ($+5^{\circ}$ T., 83 % r. F.). Die durchschnittliche Rektaltemperatur der Tiere beträgt $39,1^{\circ}$ C. Die tiefste Temperatur hat die Schwanzspitze und die Ohrspitze mit etwa 15° (s. Tabelle). Sie weicht um etwa $24,1^{\circ}$ von der Rektaltemperatur ab. - Die höchste Hauttemperatur zeigt der Ohrgrund li. und die Inguinalbeuge re. mit $29,4^{\circ}$ bzw. $29,3^{\circ}$. Ihre Diffe-

renz zur Rektaltemperatur beträgt $9,7^{\circ}$. Die höchste und tiefste Hauttemperatur weichen um $14,4^{\circ}$ voneinander ab. Die Temperatur aller übrigen Hautpunkte variiert zwischen $22,7^{\circ}$ (Rücken zwischen d. Schultern) und $23,8^{\circ}$ (Stirn zwischen den Ohren) um $1,1^{\circ}$. Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche beträgt $23,3^{\circ}$.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind im Anhang aus Tabelle XIII ersichtlich.

Versuch XIV

In diesem Versuch standen die zehn Tiere aus Versuch I und XIII. Die Vorbereitung und Durchführung des Versuches ist bei Versuch XIII erläutert. Die Außentemperatur betrug -5°C bei 80 % relat. Luftfeuchte.

Die durchschnittliche Rektaltemperatur der Tiere betrug $39,1^{\circ}\text{C}$. Die tiefsten Temperaturen, die an Schwanz- und Ohrenspitzen festgestellt wurden, konnten aus bereits erwähnten Gründen nicht genau ermittelt werden. Sie dürften aber um einige Grade unter 15° liegen. Die Abweichung der tiefsten Hauttemperatur von der Rektaltemperatur war größer als $24,1^{\circ}$. - Inguinalbeugen und Ohrgrund sind mit $28,8^{\circ}$ bzw. $28,5^{\circ}$ die wärmsten Hauttemperaturen und weichen um $10,3^{\circ}$ von der Rektaltemperatur ab. - Die Differenz zwischen Höchst- und Tiefstwert der Hauttemperatur ist größer als $13,8^{\circ}$. Die exakteste Aussage dieses Versuchs bildet die Temperatur der übrigen Hautpunkte. Sie liegen zwischen $20,8^{\circ}$ (Schulterblatt re.) und $21,8^{\circ}$ (Unterarm re.) und variiert also um $1,0^{\circ}$. Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche beträgt $21,3^{\circ}$.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind im Anhang aus Tabelle XIV ersichtlich.

Diskussion der Ergebnisse dieser Versuchsreihe

Die Tabelle D (siehe Seite 41) gibt eine Übersicht der wichtigsten Ergebnisse von Hauttemperaturmessungen an gesunden Schweinen bei Außentemperaturen von 0° bis -5°C . Die angegebenen Werte sind Durchschnittsergebnisse der einzelnen Versuche.

Tabelle D

	Versuch XIII b. $\pm 0^{\circ}$ T. u. 80 % r. F.	Versuch XIV b. -5° T. u. 80 % r. F.
Durchschnittliche Rektal- temperatur	39, 1	39, 1
Tiefste Hauttemperatur	Schwanz- und Ohrspitzen etwa 15, 0	Schwanz- und Ohrspitzen klei- ner als 15, 0
Höchste Hauttemperatur	Ohrgrund li. 29, 4	Inguinalbeugen 28, 8
Differenz zwischen tiefster u. höchster Hauttemperatur	etwa 14, 4	größer als 13, 8
Abweichung der tiefsten Haut- temperatur von der Rektaltemp.	etwa 24, 1	größer als 24, 1
Abweichung der höchsten Haut- temperatur von der Rektaltemp.	9, 7	10, 3
Tiefste Temperatur der übrigen Hautpunkte	Rücken zw. den Schultern 22, 7	Schulterblatt re. 20, 8
Höchste Temperatur der übrigen Hautpunkte	Stirn 23, 8	Unterarm re. 21, 8
Differenz zwischen tiefster und höchster Temperatur der übrigen Hautpunkte	1, 1	1, 0
Mittlere Temperatur der Körperoberfläche	23, 3	21, 3

Die in der Tabelle D herausgestellten Meßwerte und ihr Verhältnis zueinander zeigen den Einfluß, den Außentemperaturen von 0° und tiefer auf die Hauttemperatur des Schweines haben.

Wenn man von der geringen Abweichung der Rektaltemperatur von Versuch I zu Versuch XIII und XIV absieht, so stellte ich fest, daß bei Außentemperaturen von 0° C und -5° C die Rektaltemperatur konstant bleibt. Diese Tatsache wiederum läßt den Schluß zu, daß unter diesen Bedingungen die temperaturregulatorischen Maßnahmen des Körpers noch voll wirksam sind. Die Konstanz der Rektaltemperatur findet ihre Erklärung durch die gute Wärmeisolation des subkutanen Fettpolsters bei älteren und gut genährten Schweinen, wie sie zu diesem Versuch zur Verfügung standen. Sie wird gewährleistet durch vermehrte Wärmebildung auf Grund eines gesteigerten Stoffwechsels. - Schädigende lokale Kältewirkung auf die Schwanz- und Ohrspitzen kann nicht angenommen werden, da der Gefrierpunkt der Gewebe bei -1° bis -2° C Hauttemperatur liegt (Kramer und Schulz (35)). Die Ohren zeigen auch starke Rötung (Hyperaemie), was auf eine gute Funktion der Vasomotorik schließen läßt.

Grundsätzlich wird mit dem Fallen der Außentemperatur ein Sinken der Hauttemperatur festgestellt. Hervorheben möchte ich aber, daß die Hauttemperatur nicht proportional mit der Außentemperatur sinkt, denn wenn die mittlere Temperatur der Körperoberfläche im Versuch I zwischen $29,5^{\circ}$ und $30,7^{\circ}$ C liegt, variiert die mittlere Temperatur der Körperoberfläche im Versuch XIII bereits zwischen $22,7^{\circ}$ und $23,8^{\circ}$ C. Dagegen liegt sie im Versuch XIV zwischen $20,8^{\circ}$ und $21,8^{\circ}$. Somit beträgt die Differenz der mittleren Temperatur der Körperoberfläche zwischen Versuch I und XIII ca. 7° und zwischen Versuch XIII und XIV nur ca. 2° . Dieser deutliche Unterschied läßt vielleicht auf eine gesteigerte Tätigkeit der Regelungsvorgänge schließen, die in einer Steigerung des Grundumsatzes zu sehen wären. Denn das geringe Sinken der Hauttemperatur im Vergleich zur Außentemperatur kann nur durch vermehrte Wärmebildung ausgeglichen werden. Aber auch diese regulatorischen Vorgänge werden unter extremen Bedingungen ihre Grenze haben, die in dieser Experimentreihe aber noch nicht erreicht ist.

E. Hauttemperaturmessungen bei an Rotlauf erkrankten Schweinen

Zu der Zeit, als ich Hauttemperaturmessungen bei gesunden Schweinen vornahm, wurden am gleichen Institut von Kalich und Neubrand (33) Fragen der Epidemiologie und Pathogenese des Schweinerotlaufs geklärt und von

Kalich und Merkenschlager (32) über die Rotlauftherapie mittels Antibiotika gearbeitet. Es interessierte daher, die Hauttemperatur bei an Rotlauf erkrankten Schweinen zu ermitteln.

Versuch XV

Für diesen Versuch standen 5 Schweine mit einem Durchschnittsalter von ca. fünf Monaten und einem Durchschnittsgewicht von ca. 75 kg zur Verfügung. - Die Tiere wurden in der Klimakammer 4 Tage lang einer schwankenden Temperatur und Feuchtigkeitsbelastung ausgesetzt. Die Temperatur in der Kammer betrug tagsüber 29°C bei 90 % Luftfeuchtigkeit und nachts etwa 17°C bei 70 % Luftfeuchtigkeit. Am 2. Tage der Temperaturbelastung wurden die Tiere oral mit *E. rhusiopathiae* infiziert. Die Tiere bekamen 0,25 Liter einer 24 Stunden alten Pferdeserum-Bouillonkultur eines Rotlaufstammes vom Typ A mit Trinkwasser verabreicht. 3 Tage nach der Infektion erkrankten 4 Tiere. Die Körpertemperaturen schwankten zwischen $41,2$ und $42,0^{\circ}\text{C}$.

Die Schweine verweigerten die Futterraufnahme, standen nicht auf und wiesen an verschiedenen Körperstellen umschriebene hellrote Hautflecke auf. Die Flecke nahmen am nächsten Tag eine dunklere Färbung an. Am 2. Krankheitstage wurde die Hauttemperaturmessung bei den 4 erkrankten Schweinen vorgenommen.

Während des Versuchs betrug die Stalltemperatur 20°C und die relative Luftfeuchte 72 %. Die durchschnittliche Rektaltemperatur betrug $41,5^{\circ}$. Die tiefste Temperatur wurde mit $28,0^{\circ}$ an der Schwanzspitze gemessen. Sie liegt um $13,5^{\circ}$ unter der Rektaltemperatur. Weitere tiefe Temperaturen wurden an den Ohrensippen mit $28,5^{\circ}$ und an den Carpalgelenken mit $30,6^{\circ}$ ermittelt. - Der Ohrgrund mit $35,4^{\circ}$ bzw. $35,2^{\circ}$ weist die höchste Hauttemperatur auf und weicht somit um $6,1^{\circ}$ von der Rektaltemperatur ab. Die Inguinalbeugen mit $34,9^{\circ}$ bzw. $34,8^{\circ}$, die Lebergegend mit $33,6^{\circ}$ und die Herzgegend mit $33,5^{\circ}$ zählen weiter zu den höher temperierten Hautpunkten. - Die Abweichung der höchsten von der niedrigsten Hauttemperatur beträgt $7,4^{\circ}\text{C}$. Die restlichen Temperaturpunkte des Körpers schwanken zwischen $31,8^{\circ}$ (Unterarm lat. li) und $33,3^{\circ}$ (Flanke re) mit einer Differenz von $1,5^{\circ}$. Die mittlere Temperatur der übrigen Körperpunkte beträgt $32,5^{\circ}$.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind im Anhang aus Tabelle XV ersichtlich.

Wie erwähnt, wiesen die Schweine nach dem Krankheitsausbruch zahlreiche hellrote Hautflecke auf, die sich zur Zeit der Messung zu Backsteinblättern

ausgebildet hatten. Es erschien mir interessant, die Temperaturdifferenz dieser Hautbezirke zu ihrer unmittelbaren nicht verändert erscheinenden Umgebung festzustellen. Zahlreiche Temperaturvergleiche ergaben, daß die geröteten Hautstellen um $0,7 - 2,8^{\circ}$ höher temperiert waren als ihre Umgebung.

Nachdem bei den Tieren am zweiten Krankheitstage die Hauttemperaturen ermittelt waren, wurden die Tiere behandelt und zwar erhielt das Tier Nr. 1 und Nr. 3 je 3 cm (= 450 000 i. E.) Megacillin i. m. und das Tier Nr. 2 und Nr. 4 je 500 mg Achromycin i. m.. Die Tiere waren am nächsten Tage fieberfrei, fraßen wieder, und die Backsteinblattern gingen größtenteils zurück.

Nach vier Tagen wurde bei den Tieren eine Kontrollmessung vorgenommen. Hierzu diente der Versuch XVI, dessen Ergebnisse jetzt dargelegt werden.

Versuch XVI

Die Stalltemperatur betrug 19° und die relative Luftfeuchte 70 %. Die durchschnittliche Rektaltemperatur der Tiere betrug $39,3^{\circ}$ C. Die tiefste Hauttemperatur wurde an den Ohrspitzen mit $28,0^{\circ}$ gemessen. Sie liegt um $11,3^{\circ}$ unter der Rektaltemperatur. Niedere Temperaturen zeigen die Schwanzspitze mit $28,2$ und die Carpalgelenke mit $27,3^{\circ}$. - Der Ohrgrund wies mit $34,0$ bzw. $33,9^{\circ}$ die höchste Hauttemperatur auf. Seine Temperatur lag um 6° unter der Rektaltemperatur. Zu den wärmsten Hautpunkten zählen ferner die Inguinalbeugen mit $33,8$ bzw. $33,5^{\circ}$ und die Herzgegend mit $32,9^{\circ}$. - Die Schwankungsbreite der höchsten und niedrigsten Hauttemperatur beträgt $6,0^{\circ}$. Die Temperaturen der übrigen Hautpunkte schwanken zwischen $29,2^{\circ}$ (Tarsalgelenk dor. li) und $32,3^{\circ}$ (Nabelgegend) um $2,4^{\circ}$. Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche beträgt $31,1^{\circ}$.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind im Anhang aus Tabelle XVI ersichtlich.

Diskussion der Ergebnisse dieser Versuchsreihe

Bevor näher auf die Ergebnisse dieser Versuchsreihe eingegangen wird, sollen einige grundsätzliche Fragen der Temperaturregelung bei Fieber erörtert werden. Beim Fieber handelt es sich weder um eine passive Hyperthermie infolge gesteigerten Stoffwechsels, noch um ein Versagen der Temperaturregelung. Im Fieber liegt eine Verstellung der Regelzentren vor, deren Funktionstüchtigkeit erhalten bleibt oder nur leicht gestört ist (Hensel (28)). Fox und

Mc Pherson (21) verglichen in Klimakammerversuchen die Temperaturregelung eines Fiebernden mit der Regelung bei Normalen und fanden qualitativ und quantitativ genau dieselben Reaktionen gegen Abkühlung und Erwärmung, nur daß bei Fiebernden sich alle Vorgänge auf eine höhere Körpertemperatur bezogen. Der Zustand des Fiebers unterscheidet sich von der Hyperthermie vor allem dadurch, daß die physiologischen Regelungsvorgänge kaum belastet sind, während sie bei der Hyperthermie an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit arbeiten. Daher werden hohe Fiebertemperaturen oftmals erstaunlich gut vertragen, während eine gleichgroße exogene Hyperthermie den Organismus schwer erschöpft. Im Fieber steigt die Kerntemperatur auf einen neuen Wert an, auf dem sie dann wie beim Normalen geregelt wird (Hensel (28)).

Tabelle E

	Versuch XV b. 20° T. u. 72 % r. F. an Rotlauf er- krankte Tiere	Versuch XVI b. 19° T. u. 70 % r. F. Kontrollmessung n. d. Genesung
Durchschnittliche Rektaltemperatur	41,5	39,3
Tiefste Hauttemperatur	Schwanzspitze 28,0	Ohrspitze 28,0
Höchste Hauttemperatur	Ohrgrund re 35,4	Ohrgrund re 34,0
Differenz zwischen tiefster u. höchster Hauttemperatur	7,4	6,0
Abweichung der tiefsten Hauttemperatur v. d. Rektaltemperatur	13,5	11,3
Abweichung der höchsten Hauttemperatur v. d. Rektaltemperatur	6,1	5,3
Tiefste Temperatur der übrigen Hautpunkte	Unterarm lat. li 31,8	Tarsalgel. dors. li 29,9
Höchste Temperatur der übrigen Hautpunkte	Flanke re 33,3	Nabelgegend 32,3
Differenz zwischen tiefster und höchster Temperatur d. übrigen Hautpunkte	1,5	2,4
Mittlere Temperatur der Körperoberfläche	32,5	31,1

Die Tabelle E bringt eine Übersicht der wichtigsten Ergebnisse von Hauttemperaturmessungen bei den an Rotlauf erkrankten Schweinen und die Ergebnisse einer Kontrollmessung dieser Tiere nach ihrer Genesung. Die angegebenen Werte sind Durchschnittswerte der einzelnen Versuche.

Aus der Tabelle E ist ersichtlich, daß die Hauttemperatur an Rotlauf erkrankter Schweine höher als bei genesenden bzw. wieder genesenen Schweinen ist. Das Ergebnis wird im folgenden Teil näher erläutert.

Als Vergleichswerte für den Versuch bei an Rotlauf erkrankten Schweinen (Versuch XV) dient die Kontrolluntersuchung (Versuch XVI) und der Versuch IV, denn die Klimabedingungen waren bei diesen Versuchen annähernd gleich und das Alter und das Gewicht der Tiere deckten sich bei diesen Versuchen.

Was die Ergebnisse dieser Versuchsreihe betrifft, kann gesagt werden, daß bezüglich der Topographie der wärmeren und kälteren Hautpunkte bei an Rotlauf erkrankten Schweinen gegenüber gesunden Schweinen keine Abweichung festgestellt wurde. Zunächst fällt bei den an Rotlauf erkrankten Schweinen die Erhöhung der Rektaltemperatur auf. Sie liegt mit $41,5^{\circ}$ (Versuch XV) um $2,2^{\circ}$ höher als bei gesunden und den wieder genesenen Schweinen, die Temperaturen von $39,3^{\circ}$ C aufwiesen (Versuch IV und Versuch XVI). Bei der Betrachtung der signifikanten Hauttemperaturwerte, die in der Tabelle E und zum Vergleich in der Tabelle B, Versuch IV aufgeführt sind, stellt man fest, daß die Hauttemperatur der an Rotlauf erkrankten Schweine erhöht ist. Die Differenz beträgt sowohl bei dem am höchsten temperierten Hautpunkt als auch bei der mittleren Temperatur der Körperoberfläche $1,4^{\circ}$. - Hervorzuheben wäre noch die Temperaturdifferenz der geröteten Hautbezirke (Backsteinblättern) gegenüber ihrer unmittelbar nicht verändert erscheinenden Umgebung, die bei zahlreichen Temperaturvergleichen $0,7 - 2,8^{\circ}$ betrug.

IV. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Die signifikanten Ergebnisse wurden bereits nach jeder Experimentreihe diskutiert. Im folgenden sollen diese noch einmal, aber im Zusammenhang aufgeführt werden; dabei soll auch versucht werden, die Bedeutung des Gesamtergebnisses für den Wärmehaushalt des Schweines herauszustellen. Unter verschiedenen klimatischen Bedingungen haben die extrem gelegenen Hauptpunkte wie Schwanzspitze, Ohrspitzen, Carpal- und Tarsalgelenke die niedrigste Hauttemperatur, während die geschützt liegenden Hauptpunkte wie Inguinalbeuge, Ohrgrund, Herzgegend und manchmal der Nabel am höchsten temperiert sind. Die Hauttemperatur der übrigen Körperpunkte - es handelt sich im wesentlichen um den Rumpf der Tiere - schwankt bei allen Versuchen in ziemlich engen Grenzen (Variation: $0,7^{\circ}$ - $2,2^{\circ}$). Diese Tatsache findet ihre Begründung in dem gleichmäßigen subkutanen Fettpolster des Rumpfes bei älteren und gut genährten Schweinen und in der geringen Entfernung dieser Hauptpunkte vom Zentrum des Körpers.

Die Hauttemperatur des Schweines ist stark abhängig von den Klimafaktoren. Der Faktor der Luftbewegung ist nicht berücksichtigt, dürfte aber die Ergebnisse, wenn auch nur gering, beeinflusst haben. Hierauf wäre besonders bei den Klimakammerversuchen hinzuweisen, da der Raumlufthitzer durch die Luftumwälzung eine wechselnde Luftbewegung verursachte.

Die Außentemperatur übt einen großen Einfluß auf die Hauttemperatur aus. Mit dem Steigen oder Fallen der Außentemperatur steigt und fällt auch die Hauttemperatur. Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche beträgt beim Schwein bei 31° Außentemperatur und 100 % relativer Luftfeuchte etwa 38° , während bei -5° Außentemperatur und 80 % relativer Luftfeuchte etwa 21° gemessen wurden. Bei den gerade aufgeführten Klimawerten beträgt die niedrigste Hauttemperatur $36,0^{\circ}$ bzw. weniger als 15° und die höchste Hauttemperatur $39,2^{\circ}$ bzw. $28,8^{\circ}$. Die gemessenen Hauttemperaturen, die unter Bedingungen ermittelt wurden, die zwischen diesen extremen Klimabedingungen lagen, sind aus den Tabellen B, C, D ersichtlich. Die Hauttemperatur ändert sich aber nicht proportional mit der Außentemperatur. So bleibt die mittlere Temperatur der Körperoberfläche bei Außentemperaturen zwischen 5° und 25° ziemlich konstant (30° mittlere Temperatur der Körperoberfläche bei 5° Außentemperatur und 83 % relativer Luftfeuchte und $33,5^{\circ}$ mittlere Temperatur der Körperoberfläche bei 25° Außentemperatur und 85 % relativer Luftfeuchtigkeit), während extremere Temperaturen eine

deutliche Änderung der ermittelten Hauttemperatur verursachen, denn in Versuch X und Versuch XI, bei 31° Außentemperatur und 100 % relativer Luftfeuchte wurde eine mittlere Hauttemperatur von $37,9^{\circ}$ ermittelt, und in Versuch XIV bei -5° Außentemperatur und 80 % relativer Luftfeuchte betrug die mittlere Hauttemperatur $21,3^{\circ}$.

Auffallend erscheint mir die Abhängigkeit der Differenz zwischen tiefster und höchster Hauttemperatur von der Außentemperatur. Während sie bei 31° Außentemperatur und 100 % relativer Luftfeuchte nur $3,1^{\circ}$ ausmacht, beträgt sie bei 0° Außentemperatur und 80 % relativer Luftfeuchte etwa $14,4^{\circ}$ und ist bei -5° Außentemperatur und 80 % relativer Luftfeuchte größer als $13,8^{\circ}$ (Tabelle B, C, D). Dadurch stellte ich fest, daß die Temperaturunterschiede der Haut mit steigenden Außentemperaturen geringer werden, während sie sich mit fallenden Außentemperaturen vergrößern. Dieses Ergebnis deckt sich mit der Feststellung von Wetzler und Neuroth (56), die beim Menschen bei Raumtemperaturen von 5° und 50 % relativer Luftfeuchte Temperaturunterschiede der Haut bis zu 15° finden, während sie bei 50° Außentemperatur nur noch $2,5^{\circ}$ beträgt.

Über die Bedeutung der Luftfeuchtigkeit für die Hauttemperatur kann eine wesentliche Aussage nur aus einem Vergleich des Versuchs XII, der bei 36° Außentemperatur und 45 % relativer Luftfeuchte stattfand, mit den Versuchen X und XI, die bei 31° Außentemperatur und 100 % relativer Luftfeuchte durchgeführt wurden, gemacht werden, da nur beim Versuch XII die relative Luftfeuchte weniger als 60 % betrug. Ich stellte fest, daß bei 36° Außentemperatur und 45 % relativer Luftfeuchte die mittlere Hauttemperatur niedriger ($37,0^{\circ}$) ist als bei 31° Außentemperatur und 100 % relativer Luftfeuchte ($38,1^{\circ}$). Auch die Versuche VIII und IX wurden bei gleicher Außentemperatur (25°) aber verschiedener Luftfeuchte (85 % bzw. 70 %) durchgeführt. Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche war beim Versuch VIII bei 85 % relativer Luftfeuchte mit $33,6^{\circ}$ um 1° höher als beim Versuch IX bei 70 % relativer Luftfeuchte, wobei $32,6^{\circ}$ mittlere Temperatur der Körperoberfläche ermittelt wurden. Der Einfluß der relativen Luftfeuchte auf die Hauttemperatur erklärt sich wie folgt: Durch den hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft wird bei hohen Temperaturen die Wärmeabgabe durch Verdunstung herabgesetzt. Bei niederen Temperaturen ist der Wärmeverlust durch Leitung an und für sich schon von Bedeutung und wird mit steigender Luftfeuchte vermehrt. Aus den oben angeführten Versuchen geht hervor, daß höhere Luftfeuchtigkeit mit hoher Außentemperatur die Wärmeabgabe verhindert und somit eine Erhöhung der Hauttemperatur bewirkt. Darüber hinaus ist zu erwarten, daß im Versuch XIII bei 0° Außentem-

peratur und 80 % relativer Luftfeuchte und im Versuch XIV bei -5° Außentemperatur und 80 % relativer Luftfeuchte die hohe relative Luftfeuchte (80 %) zusammen mit den niederen Außentemperaturen (0° bzw. -5°) die Hauttemperaturen sinken läßt. Die Bedeutung der relativen Luftfeuchte für die Hauttemperatur ist also temperaturabhängig.

Da die Haut und ihre Temperatur ein wesentlicher Regulationsfaktor für den Wärmehaushalt des Körpers ist, läßt die Änderung der Hauttemperatur unter verschiedenen klimatischen Verhältnissen auch wesentliche Rückschlüsse auf den Wärmehaushalt des Körpers zu. Die Rektaltemperatur ist bei den Homoiothermen ein in physiologischen Grenzen schwankender, im ganzen aber konstanter Wert. Da wiederum die Hauttemperatur im wesentlichen von dieser konstanten Größe abhängig ist - denn die Hauttemperatur ist ein Regelfaktor der Homoiothermie - kann man aus der Veränderung dieser konstanten Größe (Rektaltemperatur) bei bestimmten (extremen) Klimabedingungen und der Relation der Hauttemperatur zu ihr Belastungsgrößen des Wärmehaushaltes des Körpers ablesen.

Bei den Versuchen X und XI, bei denen eine Außentemperatur von 31° und eine relative Luftfeuchte von 100 % herrschte, stellte ich ein Ansteigen der Rektaltemperatur von $39,4^{\circ}$ bzw. $39,5^{\circ}$ auf $40,4^{\circ}$ bzw. $40,5^{\circ}$ fest. Dieses bedeutet einen Anstieg der Kerntemperatur von 1° . Das ist ein Zeichen dafür, daß die Regulationseinrichtungen des Wärmehaushaltes nicht mehr in der Lage sind, einen entsprechenden Wärmeausgleich zu schaffen. Die Erhöhung der Kerntemperatur bezeichnen wir als Hyperthermie. Hierbei ist der Regelungsvorgang als solcher intakt, aber die Leistungsfähigkeit reicht quantitativ nicht zur Kompensation der Störgröße (extreme Klimaverhältnisse) aus. Die Klimaverhältnisse der Versuche X und XI, die bei einer Außentemperatur von 31° und einer relativen Luftfeuchte von 100 % stattfanden, stellen also einen kritischen Klimabereich dar, bei dem die Leistungsfähigkeit der Temperaturregelung überschritten wird und die Kerntemperatur ansteigt. Dieses wiederum drückt sich deutlich in einer Erhöhung der Hauttemperatur aus. Die Durchschnittswerte der Versuche X und XI (31° Außentemperatur und 100 % relativer Luftfeuchte) zeigen, daß die mittlere Temperatur der Körperoberfläche mit $37,9^{\circ}$ nur um $2,6^{\circ}$ unter der Rektaltemperatur liegen. Die höchste Hauttemperatur weicht von ihr nur um $1,3^{\circ}$ und die niedrigste nur um $4,5^{\circ}$ ab. Diese starke Zunahme der Hauttemperatur ist ein Wärmeregulationsvorgang bei hoher Außentemperatur, der sich so erklärt, daß beim Ansteigen der Außentemperatur sich die Blutgefäße der Haut erweitern und stark durchblutet werden. Mit dem Blut wird Wärme an die Körperoberfläche gebracht, die

Haut wird wärmer.

Eine nicht zu unterschätzende Störgröße der Wärmeregulation in der Hitze bildet das zum Teil massive subkutane Fettpolster des Schweines. Es besitzt gegenüber der Muskulatur eine dreimal schlechtere Wärmeleitfähigkeit. Dadurch wird der Wärmetransport vom Körperkern zur Peripherie durch Leitung sehr herabgesetzt und der Wärme Konvektion auf dem Blutwege diese Aufgabe überantwortet. Das verminderte Leitvermögen der Gewebe durch die Fettschicht bedeutet eine Störgröße der Wärmeregulation, die Kerntemperatur steigt an, es kommt zur Wärmestauung.

Da die Hitzetoleranz ferner davon abhängt, wie weit die in einer Zeiteinheit vom Körper gebildete Wärme (Q_K) und zusätzlich von der Umgebung aufgenommene Wärmemenge (Q_U) durch Wasserverdunstung (Q_V) absorbiert werden kann und bei $Q_V < Q_K + Q_U$ Hyperthermie eintritt, ist für die schwach schwitzenden Tiere, zu denen auch das Schwein zählt, nicht nur allein die Außentemperatur sondern auch die relative Luftfeuchte von großer Bedeutung. Das wiederum beweist der Versuch XII (36° Außentemperatur und 45 % relative Luftfeuchte), bei dem zwar die Außentemperatur mit 36° noch größer als in den Versuchen X und XI (31° Außentemperatur und 100 % relative Luftfeuchte) ist, aber die relative Luftfeuchte nur 45 % beträgt. Hier stellte ich nicht nur eine im Durchschnitt um 1° niederere Hauttemperatur fest, sondern auch die Rektaltemperatur ist auf $40,0^\circ$ gestiegen und nur um $0,6^\circ$ höher als im Vergleichsversuch VIII (bei 25° Außentemperatur und 85 % relativer Luftfeuchte). Die Feststellung erklärt sich dadurch, daß beim schwach schwitzenden Schwein die Wärmeregulation bei hohen Außentemperaturen durch die Wasserverdunstung mittels der Polypnoe erfolgt. Die vollkommene Absättigung der Luft mit Feuchtigkeit in den Versuchen X und XI, bei denen die Außentemperatur 31° und die relative Luftfeuchte 100 % betrug, schaltete diese Regelung aus. Aber selbst bei einer relativ hohen Aufnahmebereitschaft an Wasserdampf in Versuch XII (45 % relative Luftfeuchte) vermag die Polypnoe und Verdunstung bei einer Außentemperatur von 36° nicht mehr einen vollkommenen Wärmeausgleich zu schaffen. Die Außentemperatur und relative Luftfeuchtigkeit sind also zwei voneinander abhängige Faktoren, die verantwortlich sind für die Höhe der Kern- und Hauttemperatur. Die Ergebnisse des Versuches X und XI (bei einer Außentemperatur von 31° und einer relativen Luftfeuchte von 100 %) so-

wie des Versuches XII (bei einer Außentemperatur von 36° und einer relativen Luftfeuchte von 45 %) beweisen, daß es beim Schwein bei 31° Außentemperatur und 100 % relativer Luftfeuchte oder bei 36° Außentemperatur und 45 % relativer Luftfeuchte zu Wärmestauung kommt. Diese Feststellung deckt sich mit der Angabe anderer Autoren. So schreiben Regan und Richardson (45): Die Hitzetoleranz vieler schwach schwitzender Säuger ist gering. Auch bei trockener Luft ist mit 30° Außentemperatur oft der Punkt erreicht, wo die Wärmeabgabe insuffizient wird, und die Kerntemperatur ansteigt; beim Rind sogar schon oberhalb 27° Außentemperatur. Bei 35° Außentemperatur ist der Zustand für manche Tiere schon kritisch und bei anderen ist die Rektaltemperatur mindestens stark erhöht. Aus der Kongruenz meiner und der in der Literatur angegebenen Ergebnisse möchte ich folgern, daß auch das Schwein durch die Hitzebelastung eine Leistungsminderung erfährt.

Es soll nun untersucht werden, inwieweit sich aus meinen Untersuchungen bei tiefen Temperaturen Wärmeregulationsgrenzen dieses Temperaturbereiches ergeben und was sich aus den Ergebnissen über den Wärmehaushalt bei Kälte aussagen läßt. Die konkreten Meßergebnisse sind im Vorhergehenden aufgeführt und diskutiert. Im Vergleich zu den Versuchen bei hohen Außentemperaturen konnte ich bei Außentemperaturen von $+5^{\circ}$ bis -5° und 80 % relativer Luftfeuchte keine Veränderung der Rektaltemperaturen feststellen. Somit dürfte bei diesen Klimaverhältnissen die Grenze der Regelung in der Kälte bei gut genährten Schweinen im Gewicht von ca. 75 kg noch nicht erreicht sein. Die Differenz zwischen Rektaltemperatur und mittlerer Temperatur der Körperoberfläche beträgt bei 0° Außentemperatur und 80 % relativer Luftfeuchte $15,8^{\circ}$ und bei -5° Außentemperatur und 80 % relativer Luftfeuchte $17,8^{\circ}$. Die Differenz zwischen Rektaltemperatur und Tiefst- und Höchstwert der Hauttemperatur beträgt bei 0° Außentemperatur und 80 % relativer Luftfeuchte $24,1^{\circ}$ bzw. $9,7^{\circ}$ und bei -5° Außentemperatur und 80 % relativer Luftfeuchte mehr als $24,1^{\circ}$ bzw. $10,3^{\circ}$. Aber trotz der großen Temperaturdifferenz zwischen Rektal- und mittlerer Temperatur der Körperoberfläche einerseits hält sich die Rektaltemperatur auf einem konstanten Wert. Das wird dadurch erreicht, daß die im Literatururteil erläuterten Vorgänge der physikalischen Wärmeregulation (Wärmeabgabe) auf ein Minimum gesetzt werden, während die chemische Wärmeregulation, die die Prozesse der Wärmebildung umfaßt, sich jeweils wechselnden Bedürfnissen anpassen, d. h. die Vasomotorik der Haut bedingt eine minimale Hautdurchblutung. Damit ist die Wärmeabgabe durch Konvektion sehr eingeschränkt. Diese Tatsache wird durch die niederen Hauttemperaturen im Versuch XIII und XIV, die bei 0° bzw. -5° Außentem-

peratur und 80 % relativer Luftfeuchte vorlagen, bewiesen. Bei niederen Außentemperaturen ist die Wärmeabgabe durch Leitung beim Schwein durch die Eigenschaften des massiven subkutanen Fettpolsters erheblich herabgesetzt. Gerade dieser wärmeisulatorische Faktor verschiebt die Grenze der Funktionsfähigkeit der Wärmeregulation bei Kälte. Meine Versuche bestätigen, daß die Wärmeregulation durch Verminderung der Wärmeabgabe allein nicht immer ausreicht, um die Homoiothermie zu gewährleisten. Die Differenz der mittleren Temperatur der Körperoberfläche zwischen Versuch I (5° Außentemperatur, 83 % relative Luftfeuchte) und Versuch XIII (0° Außentemperatur, 80 % relative Luftfeuchte) beträgt $6,8^{\circ}$ ($30,1^{\circ}$ bzw. $23,3^{\circ}$). Dieses Ergebnis dürfte im wesentlichen der physikalischen Wärmeregulation (verminderte Hautdurchblutung) zugeschrieben werden. Hingegen beträgt die Differenz der entsprechenden Ergebnisse zwischen Versuch XIII (bei 0° Außentemperatur, 80 % relativer Luftfeuchte) und Versuch XIV (bei -5° Außentemperatur, 80 % relativer Luftfeuchte) nur $1,5^{\circ}$ ($23,3^{\circ}$ bzw. $21,8^{\circ}$ mittlere Temperatur der Körperoberfläche). Hier werden die Prozesse der chemischen Wärmeregulation (Wärmebildung) eingreifen, um den peripheren Geweben des Körpers das Temperaturminimum zu gewährleisten und um die Homoiothermie nicht zu gefährden. Bei welchen Klimabedingungen die Grenze der Wärmeregulation in der Kälte erreicht wird, ist aus diesen Versuchen nicht ersichtlich. Die Prozesse der chemischen Wärmeregulation (Wärmebildung) bei niederen Außentemperaturen sind mit einem entsprechenden Energieaufwand verbunden. Das ist von großer praktischer Bedeutung gerade bei der Schweinemast. Verschiedene Autoren bestätigen den erhöhten Energiehaushalt bei Kälte. So beschreibt Hensel (28) eine Grundumsatzsteigerung von 20 - 30 % nach Kälteakklimatisation. Gelineo (23) hat bei der Ratte eine Grundumsatzsteigerung von 50 - 70 % und bei der Kälteakklimatisation der Vögel von 30 - 100 % gemessen. Kramer und Reichel (34) haben bei beginnender Unterkühlung beim Hund bis zu siebenfache Grundumsatzsteigerung festgestellt.

Der Einfluß von Alter und Gewicht auf die Hauttemperatur des Schweines ist aus einem Vergleich der Versuche III und V mit Versuch IV und des Versuches VI mit Versuch VII ersichtlich. Die Schweine im Alter von ca. 3 Monaten mit einem Gewicht von ca. 35 kg haben bei annähernd gleichen Klimabedingungen um einige $1/10$ Grade höhere Hauttemperatur als Schweine im Alter von ca. 5 Monaten mit einem Gewicht von ca. 75 kg.

Nachdem hier festgestellt wurde, daß einerseits extrem hohe Temperaturwerte und hohe relative Luftfeuchte sich ungünstig auf den Wärmehaushalt auswirken und andererseits niedere Temperaturen mit hoher relativer Luftfeuchte ho-

he Ansprüche an den Energiehaushalt stellen (Grundumsatzsteigerung), bleibt die Frage offen, in welchem Klimabereich der Wärmehaushalt am geringsten belastet wird. Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche hat bei Außentemperaturen von 5° - 25° einen ziemlich engen Variationsbereich ($30,1^{\circ}$ - $32,6^{\circ}$). Die geringste Schwankung der Höchst- und Tiefstwerte der Hauttemperatur ist im Temperaturbereich von 13° bis 25° festzustellen (Tabelle B und C). Die Abweichung dieser Werte von der Rektaltemperatur verhält sich entsprechend.

Als Ergebnis meiner Untersuchungen sehe ich daher den Temperaturbereich zwischen 13° und 25° als den für den Wärmehaushalt des Schweines günstigsten Klimawert an, der nach Alter und Ernährungszustand der Schweine noch zu differenzieren ist. Dieser Wert entspricht auch in etwa den Angaben Brodys (8), der den Temperaturbereich, bei dem unter Ruhebedingungen und Nüchternheit im Laboratoriumsversuch keine Stoffwechselsteigerung auftritt, beim Schwein mit 15° - 21° angibt.

Da die jüngeren und leichteren Schweine bei annähernd gleichen Klimabedingungen eine um einige $1/10$ Grade höhere Hauttemperatur aufweisen als ältere und schwerere Schweine, dürfte die optimale Stalltemperatur für die jüngeren und leichteren Tiere bei den oberen Werten des ermittelten Temperaturbereiches liegen, während sie sich für die älteren und schwereren Tiere bei den unteren Werten des ermittelten Temperaturbereiches befindet. Diese Tatsache leuchtet ein, wenn man berücksichtigt, daß beim jüngeren und leichteren Schwein noch nicht das wärmeisulatorische subkutane Fettpolster ausgebildet ist. Darüber hinaus verbraucht das junge Schwein für das Wachstum des Körpers erhebliche Energie, die nicht als Wärme abgegeben werden kann. Auch fehlt dem Schwein ein wärmeregulatorisch wirksames Haarkleid. Das ältere und schwerere Schwein besitzt ein gut ausgebildetes subkutanes Fettpolster. Dadurch vermag es niedere Außentemperaturen leichter zu ertragen als hohe. Das junge Schwein ist daher durch Wärmeverlust und das ältere, gut genährte Schwein durch Wärmestauung gefährdet. Diese Überlegungen unterstreichen die oben getroffene Feststellung über die jeweiligen optimalen Stalltemperaturen beim Schwein.

Die Hauttemperaturmessung bei vier an Rotlauf erkrankten Schweinen zeigte bei einer durchschnittlichen Erhöhung der Rektaltemperatur von $2,2^{\circ}$ eine durchschnittliche Erhöhung der Hauttemperatur von $1,4^{\circ}$. Die geröteten Hautbezirke (Backsteinblattern) wurden um $0,7$ - $2,8^{\circ}$ wärmer als ihre unmittelbare, gesunderscheinende Umgebung befunden. Bemerkenswert erscheint zu-

nächst die relativ geringe Erhöhung der Rektaltemperatur. Im Versuch X und Versuch XI wurde bei einer Außentemperatur von 31° und 100 % relativer Luftfeuchte eine exogene Hyperthermie festgestellt (Erhöhung der Rektaltemperatur um $1,0^{\circ}$). Bei diesen Versuchen wurde eine starke Erhöhung der Hauttemperatur gemessen (etwa $5 - 6^{\circ}$). Diese stark veränderte Proportion zwischen Erhöhung der Rektaltemperatur und Erhöhung der Hauttemperatur beim Vergleich des Versuches XV (erkrankte Tiere) mit Versuch IV und Versuch XVI (gesunde bzw. wieder genesene Tiere) mag darin begründet liegen, daß im Fieber der Vorgang der Temperaturregelung nicht oder nur gering belastet ist, während bei der exogenen Hyperthermie die temperaturregelnden Faktoren maximal belastet bzw. schon überlastet sind. Da die Haut ein temperaturregelnder Faktor ist, wird dieser im Fieber nicht oder nur geringgradig beansprucht und somit erklärt sich der relativ geringe Anstieg der Hauttemperatur gegenüber der Rektaltemperatur im Vergleich zur exogenen Hyperthermie, bei der die Hauttemperatur bei steigender Rektaltemperatur sich stark erhöht. Dieses Ergebnis entspricht auch den Überlegungen Hensels (28), der eine Verstellung der Temperaturregelung beim Fieber angibt, während bei exogener Hyperthermie die physiologischen Regelungsvorgänge an der Grenze der Leistungsfähigkeit arbeiten.

V. ZUSAMMENFASSUNG

- 1.) Unter verschiedenen klimatischen Bedingungen wurden bei 106 gesunden und bei 4 an Rotlauf erkrankten Schweinen der Rasse des veredelten Deutschen Landschweines Hauttemperaturen ermittelt.
- 2.) Die Hauttemperaturmessungen wurden mit einem elektronischen Thermometer mittels eines Fühlers vorgenommen, der punktförmiges, schnelles und exaktes Messen gestattet hat.
- 3.) Bei Außentemperaturen zwischen -5°C und $+36^{\circ}\text{C}$ und relativen Luftfeuchten zwischen 40 % und 100 % hatten die Schwanzspitze, die Ohrspitzen und die Extremitäten niederere Temperaturen als der Rumpf.
- 4.) Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche betrug bei 36°C Außentemperatur und 45 % relativer Luftfeuchte $37,0^{\circ}\text{C}$ und bei 31°C Außentemperatur und 100 % rel. Luftfeuchte $37,9^{\circ}\text{C}$, während bei einer Außentemperatur von -5°C und 80 % rel. Luftfeuchte etwa 21°C gemessen wurden. Die Schweine wogen 75 kg und hatten ein Alter von ca. 5 Monaten.
- 5.) Die Hauttemperatur ändert sich nicht proportional zur Umgebungstemperatur. Sie schwankt bei Außentemperaturen von $+5^{\circ}\text{C}$ bis $+25^{\circ}\text{C}$ in ziemlich engen Grenzen ($30,1^{\circ}\text{C}$ - $35,5^{\circ}\text{C}$). Eine deutlichere Änderung der Hauttemperatur wurde bei Außentemperaturen von 0°C bis -5°C und von 31°C bis 36°C festgestellt (ca. 21°C - $37,9^{\circ}\text{C}$).
- 6.) Die Differenz zwischen Höchst- und Tiefstwert der Hauttemperatur wird mit steigenden Außentemperaturen kleiner ($3,4^{\circ}\text{C}$ bei 36°C Außentemperatur und 45 % rel. Luftfeuchte) und mit fallenden Außentemperaturen größer (größer als $13,8^{\circ}\text{C}$ bei -5°C Außentemperatur und 80 % rel. Luftfeuchte).
- 7.) Der Einfluß der relativen Luftfeuchte auf die Hauttemperatur trat am deutlichsten hervor bei einem Vergleich der Versuche bei 31°C und 36°C Außentemperatur; während sich bei der niedrigeren Außentemperatur von 31°C und einer hohen relativen Luftfeuchte von 100 % eine mittlere Hauttemperatur von $37,9^{\circ}\text{C}$ ergab, bewirkte die höhere Außentemperatur bei der niedrigeren relativen Luftfeuchte von 45 % nur eine Hauttemperatur von $37,0^{\circ}\text{C}$.

- 8.) Bei 31°C Umgebungstemperatur und 100 % rel. Luftfeuchte wurde bei Schweinen mit einem Gewicht von ca. 75 kg ein Ansteigen der Rektaltemperatur um 1°C festgestellt. Bei 36°C Umgebungstemperatur und 45 % rel. Luftfeuchte war die Rektaltemperatur nur um $0,6^{\circ}\text{C}$ erhöht.
- 9.) Bei Außentemperaturen von -5°C und 80 % rel. Luftfeuchte wurde bei Schweinen mit einem Gewicht von ca. 75 kg kein Sinken der Rektaltemperatur festgestellt.
- 10.) Die mittlere Temperatur der Körperoberfläche lag bei 31°C Außentemperatur und 100 % rel. Luftfeuchte um $2,5^{\circ}\text{C}$ unter der Rektaltemperatur, während sie bei -5°C Außentemperatur und 80 % rel. Luftfeuchte um $17,8^{\circ}\text{C}$ von ihr abwich.
- 11.) Zwischen 13°C und 25°C Außentemperatur scheint der Neutralpunkt der Umgebungstemperatur für das Schwein zu liegen, da innerhalb dieses Temperaturbereiches bei den Schweinen die geringste Belastung festgestellt wurde. Dabei wird die optimale Temperatur für jüngere und leichtere Schweine bei den oberen Werten und für ältere und schwerere Tiere bei den unteren Werten des ermittelten Temperaturbereiches liegen.
- 12.) Die Hauttemperaturmessung bei vier an Rotlauf erkrankten Schweinen zeigte bei einer durchschnittlichen Erhöhung der Rektaltemperatur von $2,2^{\circ}$ eine durchschnittliche Erhöhung der Hauttemperatur von $1,4^{\circ}$. Die geröteten Hautbezirke (Backsteinblattern) wurden um $0,7 - 2,8^{\circ}\text{C}$ wärmer als ihre unmittelbare gesund erscheinende Umgebung befunden.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

- 1.) Adolph, E.F.: Amer.J. Physiol. 151, 564 (1947)
(zit. nach Hensel)
- 2.) Bazett, H.C.: Amer.J. Med. Sci. 218, 483 (1949)
(zit. nach Hensel)
- 3.) Bazett, H.C.: In L. H. Newburgh: Physiologie of heat re-
gulation and the science of clothing.
S. 112 Philadelphia u. London (1949)
(zit. nach Hensel)
- 4.) Bazett, H.C. u.
B. Mc Glone: Amer.J. Physiol. 82, 415 (1927)
(zit. nach Hensel)
- 5.) Bärensprung, von: Untersuchungen über die Temperaturverhält-
nisse beim Menschen im gesunden und kran-
ken Zustande.
Müllers Arch. f. Anat. u. Physiol. 4, 21 (1852)
- 6.) Becquerel u. Brechet: Premier Memoire sur la Chaleur Animale
Annales sciences naturelles.
Zoologie 2, 3 (1835)
(zit. nach Hoffmann)
- 7.) Boeckh: Untersuchungen über die Hauttemperatur
der Tiere.
Diss. Gießen 1910
- 8.) Brody, S.: Bioenergetics and growth.
New York 1945
(zit. nach Hensel)
- 9.) Brück, K. und
H. Hensel: Pflügers Arch. 257, 70 (1953)
(zit. nach Hensel)
- 10.) v. Buddenbrock, W.: Grundriß der vergleichenden Physiologie.
Bd. 2, S. 897, Berlin 1937
- 11.) Burton, A.C.: J. Nutrit 9, 261 (1934)
(zit. nach Hensel)
- 12.) Burton, A.C. u.
I. W. Bronk: Amer.J. Physiol. 119, 284 (1937)
(zit. nach Hensel)

- 13.) Cobet: Die Hauttemperatur des Menschen.
Er. Physiol. 25, 439 (1926)
- 14.) Colin: Traité de physiologie comparée des animaux.
Troisième édition 1868. De la chaleur animale.
(zit. nach Landsiedel)
- 15.) Cremer, H. D., K. Kra- Klin. Wschr. (1944), 210
mer u. H. Reichel: (zit. nach Hensel)
- 16.) Davy: An account of some experiments on animal
heats. Philosophical Transactions of the
Royal Society of London 1816.
(zit. nach Landsiedel)
- 17.) Du Bois, E. F. u. Temperature, its measurement and control.
J. D. Hardu: S. 537, New York 1941
(zit. nach Hensel)
- 18.) Ederstrom, H. E.: Amer. J. Physiol. 176, 347 (1954)
(zit. nach Hensel)
- 19.) Ellenberger-Baum: Vergleichende Anatomie der Haustiere.
Springer-Verlag, Berlin 1943, 18. Auflage
- 20.) Ellenberger-Scheunert: Vergleichende Physiologie der Haustiere.
Paul Parey, Berlin 1925, 3. Aufl.
- 21.) Fox, R. H. u. J. of Physiol. 125, 21 (1954)
R. K. Mc Pherson: (zit. nach Hensel)
- 22.) Fröhlich: Untersuchungen über die Hauttemperatur bei
einzelnen Haustieren unter besonderer Berück-
sichtigung der Sonnenbestrahlung.
Diss. München 1959
- 23.) Gelineo, S.: C. r. Soc. Biol. (Paris) 116, 672 (1934)
(zit. nach Hensel)
- 24.) Grosse - Brockhoff, F. Arch. Exper. Path. u. Pharmakol. 201, 417 (1943)
u. W. Schödel: (zit. nach Hensel)
- 25.) Hankel: Zur Messung der Temperatur der menschlichen
Haut.
Wagners Arch. f. Heilkunde 321-331 (1868)

- 26.) Harder: Untersuchungen über die Hauttemperatur des Schweines mit dem Thermoelement. Diss. Hannover 1937
- 27.) Hemingway, A. and R. H. Starke: Amer.J. Physiol. 134, 596 (1941) (zit. nach Hensel)
- 28.) Hensel, H.: Temperatur und Leben, 3. Teil Springer Verlag, Berlin 1935
- 29.) Hoffmann: Untersuchungen über die Hauttemperatur des Schafes mit dem Thermoelement. Diss. Hannover 1938
- 30.) Ipsen: Hauttemperatur. Georg Thieme, Leipzig 1936
- 31.) v. Issekutz, B. jr.: Pflügers Arch. 247, 204 (1943) (zit. nach Hensel)
- 32.) Kalich u. Merckenschlager: Antibiotikabefütterung und Rotlauftherapie. Tierärztl. Umschau 5, 177 (1959)
- 33.) Kalich u. Neubrand: Zur Frage der Epidemiologie und Pathogenese des Schweinerotlaufs. Mh. f. Tierhkd. 11, 85-99 (1959)
- 34.) Kramer, K. und H. Reichel: Klin. Wschr. (1944), 192 (zit. nach Hensel)
- 35.) Kramer, K. und W. Schulz: Klin. Wschr. (1944), 201 (zit. nach Hensel)
- 36.) Krölling - Gran: Lehrbuch der Histologie und vergleichende Anatomie der Haustiere. Paul Parey, Berlin u. Hamburg 1960, 10. Aufl.
- 37.) Kunkel: Über die Temperatur der menschlichen Haut. Physik. med. Ges. Würzburg 1886
- 38.) Landsiedel: Untersuchungen über die Hauttemperatur des Rindes mit dem Thermoelement. Diss. Hannover 1937

- 39.) Liebermeister: Temperaturtopographie. Handbuch der Pathologie und Therapie des Fiebers. 1875
(zit. nach Seemüller)
- 40.) Loewy u. Dorno: Haut- und Körpertemperatur und ihre Beeinflussung durch physikalische Reize.
Ann. schweiz. Ges. Baln. 14, 29 (1925)
- 41.) Mendelssohn: Beobachtungen über Hauttemperaturen der Säuglinge.
Diss. Freiburg 1911
- 42.) Miessner - Schoop: Veterinärhygiene.
Schaper, Hannover 1935
- 43.) Nommensen: Untersuchungen über die Hauttemperatur der Ziege mit dem Thermoelement.
Diss. Hannover 1938
- 44.) Pfeleiderer - Büttner: Die physiologischen und physikalischen Grundlagen der Hautthermometrie.
Barth, Leipzig 1935
- 45.) Regan, W. M. und G. A. Richardson: J. Dairy Sci. 21, 73 (1938)
J. Dairy Sci. 19, 11 (1935)
(zit. nach Hensel)
- 46.) Rosin: Zur Methode der Messung der Hauttemperatur.
Z. f. Krankenpflege 20, 71 (1898)
- 47.) Rubner: Z. Biol. 19, 535 (1883)
(zit. nach Hensel)
- 48.) Rubner: Zur Bilanz unserer Wärmeökonomie.
Arch. f. Hyg. 27, 51 (1896)
(zit. nach Nommensen)
- 49.) Scheunert - Trautmann: Lehrbuch der Veterinär-Physiologie.
Paul Parey, Berlin u. Hamburg 1957
4. Auflage
- 50.) Schott: Beiträge zur Kenntnis der Hauttemperatur nach Wärmeentzug.
Diss. Gießen 1914

- 51.) Seemüller: Untersuchungen über die Hauttemperatur nach Wärmeentzug.
Diss. Gießen 1913
- 52.) Senator: Beiträge zur Lehre von der Eigenwärme und dem Fieber.
Virchows Arch. 45, 313 (1868)
- 53.) Strassburger: Hydrotherapie und Thermotheapie, in: Therapie innerer Krankheiten.
Fischer Verlag, Jena 1926, 2. Aufl.
- 54.) Talbot: Die Hauttemperatur und ihre Beziehung zur Wärmeregulation des Körpers.
Klin. Wschr. 12, 809 (1933)
- 55.) Traut: Der Einfluß der Sommerschur auf die Hauttemperatur des Schafes.
Diss. Gießen 1913
- 56.) Wezler, K. und G. Neuroth: Z. exper. Med. 115, 127 (1949)
(zit. nach Hensel)
- 57.) Wilson, W. O. u. T. H. Plaister: Amer. J. Physiol. 166, 572 (1951)
(zit. nach Hensel)

Herrn Professor Dr. A. Meyn danke ich recht herzlich für die Überlassung des Themas.

Auch möchte ich Herrn Privatdozent Dr. Kalich für die freundlichen Ratschläge und die immer bereitwillige Unterstützung meinen aufrichtigsten Dank sagen.

Tabelle I

Anzahl der Tiere: 10

Rektaltemperatur = E	39,3	39,2	39,1	39,2	39,3
Rektaltemperatur = Hg	39,3	39,0	39,1	39,3	39,2
Ohrspitze rechts	23,4	19,1	16,1	21,1	21,4
Ohrspitze links	23,9	20,3	16,5	21,5	17,2
Ohrgrund rechts	32,2	32,2	32,3	32,9	32,3
Ohrgrund links	31,4	32,7	32,2	32,6	32,0
Stirn zwischen den Ohren	28,7	30,6	29,8	30,4	30,7
Schulterblatt rechts	29,6	31,2	29,5	31,2	31,3
Schulterblatt links	30,2	31,0	30,1	30,9	31,3
Unterarm lateral re	29,1	31,2	29,2	30,5	29,9
Unterarm lateral li	30,2	30,5	30,2	31,0	30,3
Carpalgelenk re	29,0	27,2	25,3	29,5	29,7
Carpalgelenk li	27,2	28,7	24,9	29,4	29,5
Herzgegend	32,5	32,4	32,3	33,3	32,4
Lebergegend	29,7	30,6	29,9	31,3	31,1
Brust (Rippen Mitte) re	30,2	29,5	30,5	30,9	31,5
Brust (Rippen Mitte) li	32,2	30,1	31,1	31,7	31,5
Flanke rechts	29,6	29,7	29,9	31,9	32,2
Flanke links	30,6	30,5	30,1	31,3	30,7
Nabelgegend	30,4	30,7	28,2	31,3	31,3
Oberschenkel rechts	29,4	29,4	30,2	31,8	30,9
Oberschenkel links	30,2	29,9	27,6	30,3	31,1
Inguinalbeuge rechts	30,8	32,2	31,1	33,4	32,6
Inguinalbeuge links	30,9	32,4	31,2	32,2	32,4
Tarsalgelenk dors. re	29,3	29,0	29,0	29,7	30,0
Tarsalgelenk dors. li	28,5	28,8	27,5	29,7	28,7
Schwanzgrund dors.	30,1	30,1	28,0	30,7	30,2
Schwanzspitze	21,4	20,1	21,3	19,2	20,1
Rücken zw. d. Schulterblättern	30,5	29,9	26,1	31,7	31,0

LEN

Durchschnittliches Alter: ca. 5 Monate

Durchschnittliches Gewicht: ca. 75 kg

Außentemperatur: 5° C

Relative Luftfeuchte: 83 %

Luftdruck: 729 mm

Mittelwerte

39,2	39,3	39,3	39,2	39,4	39,2
39,1	39,4	39,2	39,2	39,4	39,2
22,0	18,3	20,9	21,9	18,5	20,3
22,7	17,6	20,7	21,7	17,9	20,0
30,4	32,1	32,9	32,7	31,3	32,1
30,1	31,5	33,1	32,7	31,1	31,9
29,6	28,4	30,4	29,7	28,2	29,6
30,1	28,8	29,9	28,5	29,1	29,9
29,8	28,6	29,9	28,2	28,2	29,8
29,9	29,0	28,9	28,9	29,8	29,6
30,1	29,2	30,5	29,5	29,2	30,0
29,2	29,0	28,1	28,9	28,3	28,4
28,7	28,9	29,7	28,8	27,9	28,4
31,9	31,9	31,2	31,7	32,7	32,2
30,4	29,0	30,2	30,4	29,7	30,2
30,2	29,0	30,6	29,3	30,3	30,2
30,6	29,6	31,1	28,9	29,9	30,7
30,6	30,2	30,1	29,7	29,8	30,3
30,8	29,7	29,2	29,2	30,1	30,2
30,9	30,0	30,7	30,0	31,9	30,6
29,9	29,3	31,2	29,8	29,3	30,1
30,3	29,1	30,9	29,5	29,1	29,8
31,0	31,5	31,9	30,9	31,5	31,7
31,8	31,2	32,2	31,3	31,7	31,7
29,2	29,5	29,5	29,0	28,0	28,2
29,0	29,4	29,2	28,5	27,2	28,6
30,4	29,5	30,2	29,4	29,0	29,7
20,2	18,3	19,1	18,4	20,4	19,8
30,3	29,0	29,4	29,2	27,6	29,5

Tabelle II: Durchschnittliches Außentemperatur: 13° C
 Anzahl der Tiere: 5 Alter: 5 Monate Relative Luftfeuchte: 82 %
 Durchschnittliches Luftdruck: 717 mm
 Gewicht: 75 kg

	Mittel- werte					
Rektaltemperatur = E	39,7	39,4	39,3	39,5	39,6	39,5
Rektaltemperatur = Hg	39,6	39,3	39,4	39,5	39,6	39,5
Ohrspitze rechts	27,6	26,6	30,1	25,6	28,2	27,6
Ohrspitze links	27,9	26,3	29,6	24,9	29,5	27,6
Ohrgrund rechts	33,7	32,2	33,7	32,9	33,5	33,2
Ohrgrund links	33,9	32,1	35,2	34,2	33,3	33,7
Stirn zw. den Ohren	32,3	30,1	32,9	32,1	31,4	31,7
Schulterblatt rechts	32,5	31,4	32,6	31,4	32,7	32,1
Schulterblatt links	31,4	31,4	31,8	31,8	31,9	31,6
Unterarm lateral re	32,2	31,2	32,2	31,2	32,6	31,8
Unterarm lateral li	30,4	32,3	32,4	31,7	32,2	31,8
Carpalgelenk dors. re	30,3	30,9	31,2	32,3	29,9	30,9
Carpalgelenk dors. li	29,2	31,6	30,4	29,1	30,8	30,2
Herzgegend	34,2	32,8	34,6	31,9	32,6	33,2
Lebergegend	31,8	31,2	32,7	31,3	32,2	31,8
Brust (Rippen Mitte) re	31,9	31,8	32,3	31,6	32,3	31,9
Brust (Rippen Mitte) li	31,6	31,5	32,5	31,5	32,3	31,8
Flanke rechts	32,3	31,6	32,3	30,4	31,9	31,7
Flanke links	31,1	31,3	32,9	31,5	32,5	32,0
Nabelgegend	32,5	31,1	34,6	32,9	33,8	33,0
Oberschenkel rechts	32,0	31,7	32,4	30,6	31,7	31,7
Oberschenkel links	32,2	30,4	32,4	30,9	31,9	31,6
Inguinalbeuge rechts	34,5	35,2	34,3	35,0	33,8	34,5
Inguinalbeuge links	35,1	34,4	33,9	33,8	34,3	34,3
Tarsalgelenk dors. re	30,4	32,6	30,9	31,7	30,3	31,2
Tarsalgelenk dors. li	32,6	32,9	31,4	30,6	30,1	31,5
Schwanzgrund dors.	31,3	30,8	31,9	30,6	30,6	31,0
Schwanzspitze	28,4	25,7	26,8	27,4	26,6	27,0
Rücken zw. den Schulterblättern	31,6	31,5	31,8	31,1	32,1	31,6

Tabelle III

Anzahl der Tiere: 5

Durchschnittliches
Alter: ca. 3 Monate
Durchschnittliches
Gewicht: ca. 35 kg

Außentemperatur: 17° C
Relative Luftfeuchte: 72 %
Luftdruck: 718 mm

Mittel-
werte

Rektaltemperatur = E	39,4	39,6	39,2	39,6	39,9	39,5
Rektaltemperatur = Hg	39,4	39,7	39,1	39,6	39,9	39,5
Ohrspitze rechts	28,6	30,0	28,6	29,3	29,2	29,1
Ohrspitze links	29,1	29,1	29,2	28,6	29,6	29,1
Ohrgrund rechts	34,1	33,9	33,3	34,2	33,7	33,8
Ohrgrund links	33,2	33,3	33,8	33,5	34,5	33,7
Stirn zw. den Ohren	31,8	32,2	31,1	31,8	30,5	31,5
Schulterblatt rechts	30,8	31,7	31,1	31,4	30,7	31,1
Schulterblatt links	31,0	31,8	31,5	31,4	31,1	31,3
Unterarm lateral re	30,4	31,4	31,6	30,3	30,8	30,9
Unterarm lateral li	31,6	31,6	31,5	31,3	30,4	31,2
Carpalgelenk dors. re	29,1	30,0	30,3	30,1	29,9	29,9
Carpalgelenk dors. li	28,5	29,2	30,4	30,1	29,8	29,6
Herzgegend	35,1	34,2	34,3	34,6	33,5	34,3
Lebergegend	31,9	31,6	31,4	31,2	32,7	31,7
Brust (Rippen Mitte) re	32,3	32,2	31,6	32,2	31,2	31,9
Brust (Rippen Mitte) li	32,5	31,3	31,4	31,9	32,6	31,9
Flanke rechts	31,4	31,9	31,6	33,9	31,7	32,1
Flanke links	32,7	32,7	31,7	32,2	32,2	32,3
Nabelgegend	34,2	32,3	32,8	33,3	33,1	33,1
Oberschenkel rechts	30,7	31,3	31,7	32,2	31,2	31,4
Oberschenkel links	31,2	32,2	32,9	31,6	32,3	32,0
Inguinalbeuge rechts	33,9	34,2	34,6	34,7	34,1	34,3
Inguinalbeuge links	34,2	34,6	33,9	33,2	33,8	33,9
Tarsalgelenk dors. re	30,9	30,3	30,8	31,2	30,4	30,7
Tarsalgelenk dors. li	30,2	30,7	30,6	31,2	30,5	30,6
Schwanzgrund dors.	31,4	31,7	32,5	30,6	31,8	31,6
Schwanzspitze	28,3	27,8	27,3	27,7	26,8	27,6
Rücken zw. den	30,4	31,5	31,4	30,8	31,5	31,2
Schultern						

Tabelle IV

Anzahl der Tiere: 5

Durchschnittliches
Alter: ca. 5 Monate
Durchschnittliches
Gewicht: ca. 75 kg

Außentemperatur: 19° C
Relative Luftfeuchte: 60 %
Luftdruck: 722 mm

Mittel-
werte

Rektaltemperatur = E	39,2	39,1	39,5	39,4	39,4	39,3
Rektaltemperatur = Hg	39,3	39,2	39,4	39,3	39,3	39,3
Ohrspitze rechts	28,8	28,2	27,5	28,5	28,9	28,4
Ohrspitze links	28,8	27,6	27,6	29,5	28,7	28,4
Ohrgrund rechts	34,4	34,0	35,2	34,8	34,7	34,6
Ohrgrund links	34,3	34,6	35,4	35,2	35,1	34,9
Stirn zw. den Ohren	29,8	31,8	32,5	32,9	31,9	31,8
Schulterblatt rechts	31,7	31,7	31,7	32,2	31,8	31,8
Schulterblatt links	31,6	32,5	32,1	32,4	32,2	32,1
Unterarm lateral re	29,9	30,7	31,2	31,8	31,2	30,9
Unterarm lateral li	30,7	30,3	30,2	31,6	32,3	31,0
Carpalgelenk dors. re	27,9	29,8	29,6	29,7	29,2	29,2
Carpalgelenk dors. li	27,2	29,2	28,7	29,5	29,0	28,7
Herzgegend	32,6	33,1	33,5	32,9	33,2	33,1
Lebergegend	31,9	31,6	32,0	33,2	32,9	32,3
Brust (Rippen Mitte) re	32,3	32,2	31,8	31,3	32,7	32,0
Brust (Rippen Mitte) li	30,8	31,8	31,9	33,5	32,8	32,2
Flanke rechts	31,6	31,7	31,3	32,1	32,8	32,0
Flanke links	31,0	31,4	31,6	33,4	32,5	32,0
Nabelgegend	30,1	32,1	30,9	34,2	32,4	31,9
Oberschenkel rechts	30,7	31,9	31,6	32,3	31,7	31,6
Oberschenkel links	31,6	32,3	31,2	31,8	32,1	31,8
Inguinalbeuge rechts	33,8	33,7	34,1	35,1	34,8	34,3
Inguinalbeuge links	34,6	33,4	33,9	33,9	34,9	34,1
Tarsalgelenk dors. re	29,8	30,1	29,6	31,4	30,5	30,3
Tarsalgelenk dors. li	28,2	30,5	30,1	30,6	30,9	30,1
Schwanzgrund dors.	31,2	30,9	31,7	32,8	31,7	31,6
Schwanzspitze	27,6	29,0	28,3	28,5	26,9	28,1
Rücken zw. den Schultern	31,4	31,1	31,8	32,2	32,0	31,7

Tabelle V		Durchschnittliches		Außentemperatur: 20° C		
Anzahl der Tiere: 5	Alter: ca. 3 Monate		Relative Luftfeuchte: 72 %			
	Durchschnittliches		Luftdruck: 725 mm			
	Gewicht: ca. 35 kg					
						Mittel- werte
Rektaltemperatur = H	39,3	39,7	39,2	40,0	39,3	39,5
Rektaltemperatur = Hg	39,2	39,8	39,2	39,9	39,3	39,5
Ohrspitze rechts	29,0	29,4	28,9	29,7	28,6	29,1
Ohrspitze links	28,5	29,6	29,3	29,8	28,7	29,2
Ohrgrund rechts	35,0	35,0	33,6	34,4	33,4	34,3
Ohrgrund links	34,6	33,9	32,9	33,4	32,6	33,5
Stirn zw. den Ohren	32,4	33,8	32,1	32,3	30,6	32,2
Schulterblatt rechts	32,1	32,7	30,8	31,8	31,9	31,8
Schulterblatt links	31,6	32,7	30,5	31,0	31,5	31,5
Unterarm lateral re	32,0	31,2	31,8	31,8	30,5	31,4
Unterarm lateral li	32,2	30,5	31,2	32,3	30,8	31,4
Carpalgelenk dors. re	31,1	30,6	31,2	31,1	29,4	30,6
Carpalgelenk dors. li	29,9	30,0	30,4	28,9	30,4	29,9
Herzgegend	35,1	34,8	33,2	34,9	33,9	34,4
Lebergegend	32,7	32,6	31,4	32,6	32,1	32,3
Brust (Rippen Mitte) re	32,6	32,1	31,8	32,3	33,2	32,4
Brust (Rippen Mitte) li	33,1	31,1	32,3	33,1	32,8	32,4
Flanke rechts	32,8	32,9	32,4	32,9	32,8	32,8
Flanke links	32,4	32,3	31,8	33,2	32,2	32,4
Nabelgegend	35,1	32,4	32,3	33,8	33,1	33,3
Oberschenkel rechts	32,7	32,6	31,2	33,3	31,5	32,2
Oberschenkel links	32,4	32,3	31,2	32,7	31,7	32,0
Inguinalbeuge links	35,3	34,1	33,1	35,0	32,9	34,0
Inguinalbeuge rechts	35,9	35,2	33,7	35,5	33,2	34,7
Tarsalgelenk dors. re	31,5	30,6	30,9	32,4	30,2	31,1
Tarsalgelenk dors. li	31,3	31,2	30,5	32,3	29,3	30,9
Schwanzgrund dors.	32,1	32,1	31,8	32,6	31,5	31,0
Schwanzspitze	28,9	29,9	27,9	29,3	28,5	28,9
Rücken zw. den	33,4	32,1	32,3	32,7	32,4	32,6
Schultern						

Tabelle VI

Anzahl der Tiere: 12

Durchschnittliches Alter: ca. 3 Mon.

Durchschnittliches Gewicht: ca. 35

Rektaltemperatur = E	39,9	40,0	40,6	40,8	40,4
Rektaltemperatur = Hg	40,0	39,9	40,7	40,8	40,4
Ohrspitze rechts	32,2	31,4	31,5	31,0	30,9
Ohrspitze links	31,5	30,9	31,9	30,3	30,6
Ohrgrund rechts	35,2	34,9	35,5	34,5	34,5
Ohrgrund links	35,0	34,9	35,1	34,8	35,1
Stirn zw. den Ohren	32,7	32,8	33,5	32,2	32,9
Schulterblatt rechts	33,3	33,4	33,6	32,4	32,1
Schulterblatt links	33,5	33,2	33,2	32,6	32,3
Unterarm lateral re	33,4	33,8	33,4	33,1	32,3
Unterarm lateral li	32,5	33,8	32,6	32,8	31,8
Carpalgelenk dors. re	31,9	32,2	32,1	30,9	32,1
Carpalgelenk dors. li	31,8	32,2	31,8	31,8	30,4
Herzgegend	34,7	34,7	35,5	34,2	33,5
Lebergegend	33,6	33,5	33,6	33,3	33,0
Brust (Rippen Mitte) re	33,6	33,1	33,7	33,1	32,5
Brust (Rippen Mitte) li	33,3	32,9	33,3	32,6	33,9
Flanke rechts	32,4	33,2	33,6	32,6	33,2
Flanke links	32,8	33,4	33,9	33,1	31,9
Nabelgegend	35,0	33,2	34,9	34,2	33,8
Oberschenkel rechts	33,0	33,3	34,1	32,9	32,8
Oberschenkel links	32,8	33,1	33,8	32,7	31,6
Inguinalbeuge rechts	35,6	35,8	36,0	35,3	35,7
Inguinalbeuge links	35,1	36,2	36,3	35,8	34,8
Tarsalgelenk dors. re	32,5	32,3	32,6	32,5	32,2
Tarsalgelenk dors. li	31,5	31,1	33,0	32,1	32,1
Schwanzgrund dors.	33,1	33,2	33,9	32,8	32,9
Schwanzspitze	31,3	31,2	31,8	31,3	29,8
Rücken zw. den Schultern	33,8	33,5	33,3	33,1	32,5

Außentemperatur: 23 °C
 Relative Luftfeuchte: 60 %
 Luftdruck: 720 mm

Mittel-
 werte

39,8	39,7	40,2	39,1	39,6	39,8	40,0
39,7	39,5	40,1	39,2	39,5	39,7	40,0
31,0	30,6	31,2	31,0	29,2	29,4	30,7
31,1	29,6	31,2	30,4	29,4	29,5	30,5
33,7	33,5	34,2	33,7	32,3	32,2	33,9
32,9	33,9	34,8	31,7	32,3	35,1	33,8
32,6	31,4	33,1	32,9	32,2	32,5	32,3
32,9	34,1	33,3	32,9	32,2	32,3	32,8
32,3	31,9	33,1	32,3	32,5	33,0	32,7
33,3	32,6	33,9	31,4	31,9	32,7	32,7
32,5	31,9	32,8	32,8	33,1	32,3	32,6
32,5	31,9	32,1	33,0	31,5	31,6	31,9
30,1	31,0	32,5	31,3	31,9	31,2	31,5
33,0	32,8	34,3	33,4	33,9	34,8	34,0
33,8	33,1	32,2	31,2	32,9	32,4	32,7
33,0	33,3	33,7	33,2	32,9	31,8	33,0
33,0	33,9	33,5	32,8	33,2	33,6	33,2
33,8	32,8	32,1	33,7	32,8	32,2	32,9
33,3	31,5	33,3	33,8	32,6	33,4	32,9
34,1	32,3	34,6	34,2	32,6	32,2	33,9
32,9	33,7	31,8	32,9	32,9	32,6	32,9
33,2	33,2	31,9	33,2	32,3	33,6	32,9
34,9	34,5	35,0	35,2	35,3	34,5	35,1
35,7	34,6	35,4	35,7	35,9	35,5	35,0
32,3	31,7	32,1	32,2	31,4	32,1	32,0
31,1	32,1	32,2	32,1	31,9	32,3	32,0
33,1	31,4	32,0	33,3	31,9	33,1	32,7
29,3	30,1	29,8	29,4	29,1	30,7	30,2
33,3	31,7	33,6	32,8	32,7	31,4	32,7

Tabelle VII		Durchschnittliches		Außentemperatur: 23° C			Mittelwert
Anzahl der Tiere: 5	Alter: ca. 5 Monate		Relative Luftfeuchte: 79 %				
	Durchschnittliches		Luftdruck: 720 mm				
	Gewicht: ca. 75 kg						
Rektaltemperatur = E	39,1	39,6	39,5	39,4	39,4	39,4	
Rektaltemperatur = Hg	39,0	39,5	39,6	39,3	39,4	39,4	
Ohrspitze rechts	31,5	31,5	30,8	30,4	30,8	31,0	
Ohrspitze links	30,5	31,8	30,4	30,6	32,2	31,1	
Ohrgrund rechts	34,2	34,4	34,0	34,4	34,6	34,3	
Ohrgrund links	33,3	34,2	34,3	34,4	34,2	34,1	
Stirn zw. den Ohren	31,5	32,2	31,5	31,9	32,1	31,8	
Schulterblatt rechts	32,3	31,6	31,5	31,4	31,6	31,6	
Schulterblatt links	31,9	32,7	32,2	30,7	31,2	31,7	
Unterarm lateral re	32,1	31,3	31,3	31,2	31,2	31,4	
Unterarm lateral li	31,2	31,8	31,3	29,9	31,8	31,4	
Carpalgelenk dors. re	30,8	30,6	30,6	30,6	29,2	30,3	
Carpalgelenk dors. li	29,9	31,2	29,9	30,0	28,5	29,9	
Herzgegend	34,0	34,3	34,3	34,2	33,8	34,1	
Lebergegend	33,2	33,9	32,1	32,5	32,5	32,8	
Brust(Rippen Mitte) re	32,3	32,2	31,8	31,8	31,4	31,9	
Brust(Rippen Mitte) li	32,2	33,7	32,5	31,3	33,2	32,5	
Flanke rechts	32,8	31,9	31,9	31,6	31,3	31,9	
Flanke links	32,4	32,5	32,3	30,4	32,3	31,9	
Nabelgegend	33,7	32,9	34,5	34,2	32,5	33,6	
Oberschenkel rechts	31,9	31,8	33,8	31,2	32,2	32,2	
Oberschenkel links	31,9	32,5	32,5	30,3	31,4	31,7	
Inguinalbeuge rechts	34,7	35,4	35,7	34,7	34,0	34,9	
Inguinalbeuge links	33,9	34,8	35,8	35,0	35,8	35,0	
Tarsalgelenk dors. re	31,9	31,8	31,8	30,7	30,6	31,3	
Tarsalgelenk dors. li	30,8	32,1	31,8	31,2	30,3	31,2	
Schwanzgrund dors.	31,4	32,0	32,1	30,4	31,0	31,4	
Schwanzspitze	29,7	28,9	30,1	29,9	29,3	29,6	
Rücken zw. den	30,9	32,2	31,8	32,2	32,2	31,9	
Schultern							

Tabelle VIII		Durchschnittliches		Außentemperatur: 25° C			Mittelwerte
Anzahl der Tiere: 5	Alter: ca. 5 Monate		Relative Luftfeuchte: 85 %				
	Durchschnittliches		Luftdruck: 726 mm				
	Gewicht: ca. 75 kg						
Rektaltemperatur = E	39,4	39,4	39,5	39,8	39,0	39,4	
Rektaltemperatur = Hg	39,5	39,4	39,4	39,7	38,9	39,4	
Ohrspitze rechts	31,2	30,9	30,9	31,8	31,1	31,1	
Ohrspitze links	31,4	31,1	30,5	32,2	31,6	31,4	
Ohrgrund rechts	36,3	35,5	34,7	35,5	35,6	35,5	
Ohrgrund links	35,3	34,8	34,0	35,3	34,9	34,8	
Stirn zw. den Ohren	34,1	33,7	33,9	33,8	34,3	33,9	
Schulterblatt rechts	33,7	32,5	32,8	33,3	33,5	33,1	
Schulterblatt links	33,5	32,1	32,5	33,5	33,9	33,1	
Unterarm lateral re	34,5	32,8	32,3	33,8	33,8	33,4	
Unterarm lateral li	34,8	33,1	31,7	33,5	33,5	33,3	
Carpalgelenk dors. re	33,1	30,9	30,8	33,3	32,8	32,1	
Carpalgelenk dors. li	32,8	31,4	30,5	33,0	32,3	32,0	
Herzgegend	35,8	35,5	35,6	35,5	35,6	35,6	
Lebergegend	34,3	33,9	33,6	34,0	34,3	34,0	
Brust (Rippen Mitte) re	34,1	33,9	33,0	33,9	33,5	33,6	
Brust (Rippen Mitte) li	34,5	33,6	33,6	34,3	33,9	33,9	
Flanke rechts	33,4	33,9	33,5	34,2	33,9	33,8	
Flanke links	33,3	34,1	33,6	33,3	33,5	33,5	
Nabelgegend	34,8	34,8	33,5	35,3	35,3	34,7	
Oberschenkel rechts	34,8	34,2	32,9	33,4	33,4	33,7	
Oberschenkel links	34,5	33,5	33,5	33,6	33,9	33,8	
Inguinalbeuge rechts	35,9	35,9	35,1	36,3	36,2	35,9	
Inguinalbeuge links	36,4	35,2	34,3	35,5	35,8	35,4	
Tarsalgelenk dors. re	32,3	31,7	32,8	32,6	32,1	32,3	
Tarsalgelenk dors. li	32,9	31,9	31,5	32,8	32,2	32,3	
Schwanzgrund dors.	33,5	33,4	32,8	34,2	33,8	33,5	
Schwanzspitze	31,9	30,8	31,8	31,1	30,3	31,1	
Rücken zw. d.	34,5	32,8	33,2	32,9	34,0	33,5	
Schultern							

Tabelle IX

Anzahl der Tiere: 10

Durchschnittliches Alter: ca. 5 Monate

Durchschnittliches Gewicht: ca. 75 kg

Rektaltemperatur = E	40,3	39,6	38,9	39,6	39,2
Rektaltemperatur = Hg	40,2	39,6	38,9	39,6	39,2
Ohrspitze rechts	31,2	32,0	31,6	32,8	32,5
Ohrspitze links	30,8	31,8	31,5	31,5	31,5
Ohrgrund rechts	34,5	34,6	35,4	33,9	33,5
Ohrgrund links	34,0	35,0	35,1	33,1	34,3
Stirn zw. den Ohren	32,3	33,5	31,8	33,2	32,3
Schulterblatt rechts	31,8	32,0	32,3	33,1	32,9
Schulterblatt links	31,5	31,8	33,3	32,0	32,0
Unterarm lateral re	33,5	31,4	32,4	32,8	32,3
Unterarm lateral li	32,5	31,8	33,1	31,9	31,5
Carpalgelenk dors. re	31,8	31,0	31,2	31,6	30,7
Carpalgelenk dor. li	31,4	30,3	31,2	31,2	31,0
Herzgegend	34,7	35,5	34,4	34,2	34,0
Lebergegend	32,7	32,0	33,2	32,3	31,5
Brust (Rippen Mitte) re	32,5	32,8	32,4	33,1	32,7
Brust (Rippen Mitte) li	32,5	32,4	32,8	33,8	31,5
Flanke rechts	31,9	33,3	33,3	32,0	31,8
Flanke links	33,0	32,2	33,5	32,1	30,9
Nabelgegend	35,2	35,1	34,4	34,8	33,8
Oberschenkel rechts	32,1	33,1	32,4	31,8	31,0
Oberschenkel links	32,3	31,5	33,3	32,3	31,3
Inguinalbeuge rechts	34,9	35,1	35,7	36,0	35,8
Inguinalbeuge links	36,1	34,8	36,1	36,3	35,1
Tarsalgelenk dors. re	32,0	31,5	31,8	31,4	31,2
Tarsalgelenk dors. li	32,3	30,8	32,1	30,8	31,9
Schwanzgrund dors.	31,6	31,8	32,2	32,7	32,1
Schwanzspitze	31,2	30,2	31,0	31,0	31,4
Rücken zw. d. Schultern	32,1	31,6	31,8	33,2	31,8

Außentemperatur: 25° C
 Relative Luftfeuchte: 70 %
 Luftdruck: 722 mm

Mittel-
 werte

39,4	39,1	39,4	40,0	39,7	39,5
39,3	39,1	39,3	40,0	39,7	39,5
31,1	30,9	32,1	31,3	31,6	31,7
30,6	31,2	31,8	32,1	31,2	31,3
34,5	33,8	34,2	34,7	35,2	34,4
34,5	34,1	33,8	34,1	34,6	34,3
31,3	32,0	32,2	33,3	32,1	32,4
32,6	32,8	32,1	33,5	33,1	32,6
31,8	32,3	32,8	33,6	32,3	32,3
31,9	33,3	32,6	32,3	31,8	32,4
31,4	32,5	31,4	32,7	32,8	32,2
30,3	32,5	30,6	31,9	31,7	31,3
31,0	30,6	31,2	31,6	31,2	31,1
34,6	34,0	34,1	35,3	33,9	34,5
31,5	33,5	32,9	32,5	33,8	32,6
32,3	32,6	32,9	32,6	33,9	32,8
33,1	32,0	32,5	34,3	32,8	33,0
31,9	32,7	32,9	32,7	33,6	32,6
31,8	32,4	32,3	34,2	33,0	32,5
34,6	34,6	33,3	34,5	34,3	34,5
31,8	32,5	32,8	32,9	32,5	32,3
32,3	32,1	32,1	33,9	33,3	32,4
35,3	34,9	35,6	35,0	35,6	35,3
36,1	35,9	34,9	35,9	35,9	35,7
31,5	32,1	31,6	32,4	31,9	31,7
32,1	31,8	32,2	32,0	31,9	31,8
31,8	31,8	31,5	33,6	32,8	32,2
30,2	30,6	30,5	30,8	31,3	30,8
32,0	32,5	32,8	33,2	33,2	32,4

Tabelle X

Anzahl der Tiere: 10

Durchschnittliches Alter: ca. es

Durchschnittliches Gewicht: es

Rektaltemperatur = E	41,4	40,7	40,0	41,7	40,1
Rektaltemperatur = Hg	41,5	40,6	39,9	41,6	40,0
Ohrspitze rechts	37,1	37,2	36,4	37,3	36,6
Ohrspitze links	36,6	36,8	36,0	37,0	36,3
Ohrgrund rechts	38,8	38,5	38,2	38,7	38,8
Ohrgrund links	37,8	38,1	38,5	38,3	39,0
Stirn zw. den Ohren	37,3	38,3	36,7	38,2	37,4
Schulterblatt rechts	35,3	37,8	37,7	38,1	37,5
Schulterblatt links	36,1	37,7	37,2	37,0	37,8
Unterarm lateral re	36,3	37,2	37,4	36,9	37,3
Unterarm lateral li	37,0	38,1	37,3	37,8	38,2
Carpalgelenk dors. re	34,8	36,8	36,3	36,0	36,8
Carpalgelenk dors. li	35,0	36,7	36,8	37,2	37,1
Herzgegend	38,3	38,2	38,3	38,9	38,4
Lebergegend	37,1	38,1	37,2	37,5	37,8
Brust (Rippen Mitte) re	37,4	37,4	37,3	37,9	38,2
Brust (Rippen Mitte) li	36,4	37,5	37,9	38,1	37,6
Flanke rechts	36,9	37,8	36,6	38,0	38,1
Flanke links	37,3	37,0	37,5	38,7	38,1
Nabelgegend	37,2	38,5	37,9	38,7	38,3
Oberschenkel rechts	36,7	37,2	37,5	38,2	37,5
Oberschenkel links	36,8	37,6	36,9	39,0	38,0
Inguinalbeuge rechts	37,9	38,3	38,5	38,8	38,8
Inguinalbeuge links	38,9	38,9	38,4	39,4	38,8
Tarsalgelenk dors. re	35,5	37,3	36,6	37,1	37,4
Tarsalgelenk dors. li	36,3	36,9	37,4	37,8	37,8
Schwanzgrund dors.	36,5	37,2	36,8	37,8	37,9
Schwanzspitze	35,1	35,7	35,6	36,2	36,9
Rücken zw. d. Schultern	36,9	38,3	37,1	37,8	37,3

5 Monate
a. 75 kg

Außentemperatur: 31° C
Relative Luftfeuchte: 100 %
Luftdruck: 723 mm

Mittel-
werte

40,4	40,2	40,0	41,1	40,9	40,5
40,4	40,3	40,0	41,1	40,9	40,5
37,1	37,4	36,5	37,1	37,8	37,1
36,5	37,5	36,1	37,0	37,8	36,8
38,3	38,4	38,3	38,1	39,0	38,3
38,5	38,7	37,5	37,5	38,6	38,5
37,9	38,1	37,1	37,6	37,6	37,7
37,6	38,0	36,5	38,2	37,0	37,4
37,8	38,1	37,0	37,6	37,8	37,4
37,6	37,5	37,1	37,5	37,5	37,2
37,9	37,5	36,9	37,5	37,5	37,6
36,6	37,2	35,9	35,4	37,0	36,3
37,4	37,2	36,5	36,7	36,9	36,8
38,8	38,4	37,6	38,6	38,4	38,4
37,9	37,8	37,2	36,8	37,8	37,5
37,8	36,8	37,2	37,2	37,9	37,1
38,2	38,1	36,8	37,5	37,9	37,6
37,8	37,8	36,6	37,1	37,8	37,5
38,2	38,3	37,3	37,3	38,1	37,8
38,5	38,0	37,1	36,7	38,3	37,9
37,1	37,4	35,8	37,5	37,4	37,2
38,5	37,6	35,6	37,2	37,5	37,5
39,2	38,5	37,9	38,5	39,0	38,5
39,4	38,8	38,9	38,5	39,5	39,0
37,8	37,4	36,8	36,3	37,6	37,8
37,9	36,5	37,1	37,5	37,2	37,2
38,2	37,6	35,8	37,4	38,3	37,4
36,2	35,1	35,2	36,0	37,2	35,9
38,2	37,9	36,1	37,8	38,1	37,6

Tabelle XI

Anzahl der Tiere: 10

Durchschnittliches
Durchschnittliches

Rektaltemperatur = E	40,1	40,3	40,5	40,2	40,0
Rektaltemperatur = Hg	40,1	40,2	40,6	40,2	40,0
Ohrspitze rechts	38,2	35,3	35,1	36,7	37,5
Ohrspitze links	38,4	35,5	34,9	37,2	37,8
Ohrgrund rechts	39,4	39,4	39,5	38,9	37,9
Ohrgrund links	39,9	39,1	38,3	38,4	37,7
Stirn zw. d. Ohren	39,2	37,5	38,4	37,9	39,1
Schulterblatt rechts	39,7	37,8	38,5	36,4	38,8
Schulterblatt links	39,1	37,6	38,9	37,7	38,9
Unterarm lateral re	39,8	37,8	40,1	36,6	39,5
Unterarm lateral li	38,8	38,2	39,5	37,0	39,5
Carpalgelenk dors. re	39,5	37,0	39,1	35,5	39,5
Carpalgelenk dors. li	38,8	37,4	39,4	36,8	38,7
Herzgegend	39,7	40,1	39,9	38,6	40,3
Lebergegend	39,0	38,4	38,1	38,5	39,3
Brust (Rippen Mitte) re	39,6	37,8	39,1	38,0	39,0
Brust (Rippen Mitte) li	39,1	38,7	39,4	37,0	39,2
Flanke rechts	39,3	38,3	39,5	38,3	40,2
Flanke links	39,5	39,1	39,9	38,1	39,3
Nabelgegend	39,8	39,2	39,4	40,1	40,8
Oberschenkel rechts	39,1	36,6	37,9	39,6	39,5
Oberschenkel links	39,5	37,2	39,0	38,8	39,7
Inguinalbeuge rechts	40,2	38,7	40,1	40,0	40,6
Inguinalbeuge links	40,3	39,1	39,8	40,1	40,6
Tarsalgelenk dors. re	39,3	35,6	39,1	39,0	39,0
Tarsalgelenk dors. li	38,7	35,5	38,2	38,7	39,2
Schwanzgrund dors.	39,3	37,5	39,1	35,2	39,1
Schwanzspitze	37,8	36,1	38,2	35,5	38,5
Rücken zw. d. Schultern	39,3	38,1	39,4	37,6	39,1

ite
 1948 Alter: ca. 5 Monate
 Gewicht: ca. 75 kg

Außentemperatur: 31° C
 Relative Luftfeuchte: 100 %
 Luftdruck: 720 mm

						Mittel- werte
10,						
10,						
11,	40,0	40,7	40,4	40,5	40,7	40,4
0,	40,6	40,3	40,4	40,5	41,0	40,4
e 5,	35,5	35,7	36,0	37,9	36,9	36,5
12,	35,1	35,9	35,5	38,3	37,5	36,1
12,	38,1	37,8	39,8	39,4	39,5	38,9
11,	37,9	37,0	38,3	39,8	39,1	38,6
11,	36,1	36,9	36,6	37,8	37,8	37,7
11,	35,8	38,4	37,4	37,5	38,7	37,9
12,	37,4	38,0	36,1	37,3	37,2	38,0
10,	36,7	38,5	37,1	38,8	38,3	38,3
11,	36,9	37,3	35,1	36,8	37,1	37,6
13,	36,0	37,5	36,8	38,2	35,8	37,5
12,	36,5	37,0	35,0	37,5	36,2	37,3
12,	38,2	38,7	38,3	39,4	38,5	39,2
12,	37,4	38,6	37,7	38,3	37,8	38,3
10,	36,0	38,5	37,5	37,3	37,9	38,1
12,	38,1	37,3	37,5	37,7	37,5	38,2
12,	36,1	38,2	37,9	37,9	38,5	38,4
12,	37,3	37,3	37,6	37,4	37,6	38,3
12,	37,1	39,1	38,5	39,3	38,3	38,6
12,	35,8	37,9	38,1	37,8	38,6	38,1
12,	37,0	36,4	37,2	37,2	37,8	38,6
12,	36,7	38,8	38,8	39,4	39,4	39,3
12,	39,3	39,1	37,9	39,1	38,2	39,3
12,	36,1	36,9	37,3	38,5	37,8	37,9
12,	37,2	37,3	37,1	38,7	37,5	37,8
12,	35,8	36,5	36,9	39,5	37,3	37,6
12,	35,0	36,1	35,0	36,3	36,2	36,5
12,	35,1	37,3	37,5	38,9	38,0	37,9

Tabelle XII

Anzahl der Tiere: 4

Durchschnittliches

Alter: ca. 5 Monate

Durchschnittliches

Gewicht: ca. 75 kg

Außentemperatur: 20^o C

Relative Luftfeuchte: 72 %

Luftdruck: 720 mm

Mittel-
werte

Rektaltemperatur = E	40,0	40,2	39,7	40,1	40,0
Rektaltemperatur = Hg	39,9	40,4	39,6	40,1	40,0
Ohrspitze rechts	37,4	36,5	36,2	37,2	36,8
Ohrspitze links	37,6	36,9	36,7	37,0	37,0
Ohrgrund rechts	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2
Ohrgrund links	38,5	38,3	38,3	38,1	38,3
Stirn zw. d. Ohren	37,9	37,2	37,4	37,5	37,3
Schulterblatt rechts	37,6	37,0	36,1	36,6	36,8
Schulterblatt links	37,4	37,2	37,4	37,2	37,3
Unterarm lateral re	36,6	37,4	36,3	35,6	36,5
Unterarm lateral li	36,9	37,5	37,2	37,1	37,2
Carpalgelenk dors. re	35,5	36,5	34,9	34,3	35,2
Carpalgelenk dors. li	34,8	36,6	34,1	36,0	35,4
Herzgegend	36,9	37,8	36,5	37,9	37,3
Lebergegend	37,4	37,7	36,5	37,1	37,2
Brust (Rippen Mitte) re	36,9	37,8	36,8	37,1	37,2
Brust (Rippen Mitte) li	37,1	37,6	37,1	37,5	37,2
Flanke rechts	37,8	37,8	36,1	37,9	37,4
Flanke links	37,5	37,7	36,9	37,5	37,4
Nabelgegend	37,2	37,8	37,1	37,2	37,3
Oberschenkel rechts	37,5	37,5	35,9	37,1	37,0
Oberschenkel links	36,4	37,5	37,0	37,0	37,0
Inguinalbeuge rechts	37,9	38,1	37,6	37,8	37,9
Inguinalbeuge links	37,7	38,3	37,5	38,2	37,9
Tarsalgelenk dors. re	36,8	36,9	36,1	36,6	36,6
Tarsalgelenk dors. li	37,0	36,6	36,3	36,4	36,6
Schwanzgrund dors.	37,3	38,1	37,2	37,2	37,5
Schwanzspitze	35,1	35,8	34,1	34,6	34,9
Rücken zw. d.	37,2	37,0	37,5	37,8	37,4
Schultern					

Tabelle XIII

Anzahl der Tiere: 10

Durchschnittliches Alter: 6

Durchschnittliches Gewicht: 10,5

Rektaltemperatur = E	39,2	39,0	39,0	39,2	38,9
Rektaltemperatur = Hg	39,1	39,1	38,9	39,2	38,8
Ohrspitze rechts	15,4		15,3	15,3	
Ohrspitze links	15,2			15,1	15,2
Ohrgrund rechts	30,9	29,9	28,7	29,4	29,9
Ohrgrund links	31,4	30,2	28,3	29,9	30,2
Stirn zw. den Ohren	25,5	23,4	23,9	24,9	24,1
Schulterblatt rechts	24,8	24,0	23,0	23,9	22,9
Schulterblatt links	25,3	24,2	23,2	24,2	22,8
Unterarm lateral re	25,0	24,1	23,4	24,0	22,4
Unterarm lateral li	25,3	24,0	23,3	24,3	22,7
Carpalgelenk dors. re	25,0	23,6	22,3	24,2	22,2
Carpalgelenk dors. li	25,2	23,9	22,4	24,8	22,0
Herzgegend	29,4	27,6	26,8	28,2	25,8
Lebergegend	25,5	23,7	23,2	23,9	23,2
Brust (Rippen Mitte) re	24,9	23,0	22,7	22,8	22,4
Brust (Rippen Mitte) li	24,9	23,8	22,9	23,0	22,2
Flanke rechts	26,2	24,2	24,2	23,6	23,2
Flanke links	26,0	24,0	23,7	23,6	22,9
Nabelgegend	26,1	25,9	24,5	23,4	21,9
Oberschenkel rechts	25,5	25,0	22,9	23,3	22,7
Oberschenkel links	25,1	24,7	23,3	24,0	22,2
Inguinalbeuge rechts	29,9	32,1	27,8	29,5	29,7
Inguinalbeuge links	30,4	30,8	36,2	30,2	30,1
Tarsalgelenk dors. re	25,3	24,4	23,0	23,9	22,9
Tarsalgelenk dors. li	25,5	24,1	23,2	23,7	22,2
Schwanzgrund dors.	25,4	25,2	23,9	23,2	22,3
Schwanzspitze					
Rücken zw. d. Schultern	25,5	24,2	22,1	23,0	22,2

5 Monate
ca. 75 kg

Außentemperatur: +0° C
Relative Luftfeuchte: 80 %
Luftdruck: 730 mm

Mittel-
werte

39,1	39,4	39,0	39,1	39,2	39,1
39,2	39,5	39,0	39,2	39,1	39,1
		15,2			15,2
					15,2
27,9	29,9	30,3	28,3	27,9	29,3
27,4	30,1	29,9	27,8	28,7	29,4
22,9	22,9	23,5	24,2	22,5	23,8
22,0	23,2	22,4	22,1	21,5	23,0
22,2	22,4	22,3	23,1	21,6	23,1
23,4	22,8	23,0	23,2	22,3	23,4
22,9	23,9	23,1	23,0	22,0	23,4
22,3	22,4	22,9	22,4	22,3	23,0
22,5	23,2	22,7	22,0	22,7	23,0
25,5	27,2	25,2	26,3	27,0	26,9
22,1	23,7	23,2	23,0	22,0	23,4
23,0	23,2	22,8	22,9	21,9	23,0
21,3	23,0	23,2	23,8	21,9	23,0
22,4	23,9	23,2	24,0	22,7	23,7
22,7	23,4	23,1	23,9	22,3	23,5
24,9	23,4	25,0	23,5	24,9	24,3
22,9	23,9	24,0	22,8	22,2	23,5
22,8	23,2	23,4	23,7	22,4	23,5
28,3	28,4	28,9	29,8	28,4	29,3
28,0	28,9	29,2	29,9	28,5	29,2
22,6	22,7	23,1	23,2	22,2	23,3
22,8	23,2	22,7	22,8	22,0	23,2
23,1	23,7	23,5	23,2	23,0	23,6
21,9	22,9	22,7	23,7	21,9	22,7

Tabelle XIV

Anzahl der Tiere: 10

Durchschnittliches Alter: c

Durchschnittliches Gewicht

Rektaltemperatur = E	39,1	39,2	39,0	39,2	39,1
Rektaltemperatur = Hg	39,2	39,1	39,0	39,1	39,2
Ohrspitze rechts	< 15,0				
Ohrspitze links	< 15,0				
Ohrgrund rechts	27,1	28,9	29,0	29,8	29,9
Ohrgrund links	26,3	29,2	29,4	30,2	28,5
Stirn zw. den Ohren	21,2	23,3	21,2	21,0	20,9
Schulterblatt rechts	21,0	20,9	22,0	22,0	21,3
Schulterblatt links	22,0	20,4	21,9	21,7	20,8
Unterarm lateral re	20,8	23,3	21,2	21,9	22,5
Unterarm lateral li	21,2	22,6	20,4	22,6	22,3
Carpalgelenk dors. re	20,4	18,9	20,8	21,8	22,9
Carpalgelenk dors. li	20,1	19,7	21,0	22,2	22,9
Herzgegend	26,9	26,5	25,6	25,9	25,8
Lebergegend	21,4	20,9	21,6	22,1	21,0
Brust (Rippen Mitte) re	20,8	22,0	21,0	21,9	21,0
Brust (Rippen Mitte) li	21,7	21,6	21,6	21,3	20,8
Flanke rechts	21,4	22,6	21,4	22,3	20,9
Flanke links	21,6	22,3	21,2	21,8	20,7
Nabelgegend	23,8	22,2	23,2	22,8	21,1
Oberschenkel rechts	21,9	20,7	21,2	22,1	20,9
Oberschenkel links	21,6	21,3	21,6	21,3	21,2
Inguinalbeuge rechts	31,2	28,4	27,3	30,1	29,8
Inguinalbeuge links	30,2	27,9	27,9	29,3	31,1
Tarsalgelenk dors. re	21,7	20,8	21,6	20,8	21,4
Tarsalgelenk dors. li	21,2	20,0	21,1	21,0	20,7
Schwanzgrund dors.	21,8	20,8	22,2	22,0	20,8
Schwanzspitze	< 15,0				
Rücken zw. d. Schultern	20,0	20,0	21,2	21,8	19,1

ca. 5 Monate
t: ca. 75 kg

Außentemperatur: -5°C
Relative Luftfeuchte: 80 %
Luftdruck: 730 mm

Mittel-
werte

39,1	39,0	39,2	39,2	39,0	39,1
39,1	39,2	39,3	39,1	38,9	39,1
29,7	29,2	27,9	27,9	27,2	28,5
29,5	29,5	28,2	27,2	26,8	28,5
20,1	23,0	20,2	22,8	23,5	21,7
21,6	22,3	18,3	20,6	17,5	20,8
21,5	22,8	18,5	20,5	17,2	20,8
22,5	22,7	20,7	21,2	21,2	21,8
23,2	22,5	20,4	21,0	20,9	21,7
21,0	19,2	21,0	20,7	22,9	21,0
22,9	20,8	19,9	20,9	20,5	21,1
28,9	28,5	24,3	25,5	24,3	26,3
19,6	22,9	19,2	21,9	20,0	21,1
20,0	22,2	18,2	22,8	19,3	20,9
21,3	22,2	19,8	21,7	20,2	21,2
20,4	23,3	20,2	22,9	20,9	21,6
22,6	23,0	19,9	21,9	20,4	21,5
22,0	23,0	19,5	23,8	21,0	21,7
20,3	23,5	20,0	22,2	21,4	21,4
21,0	22,8	20,4	22,0	21,2	21,4
29,8	28,7	25,3	30,2	27,5	28,6
30,0	28,3	25,4	29,9	27,8	28,8
21,5	22,5	19,5	21,4	20,9	21,2
22,7	19,9	21,8	20,7	21,0	21,0
22,5	21,9	21,4	22,7	21,3	21,7
22,0	21,3	19,8	22,9	20,3	20,8

Tabelle XV

Anzahl der Tiere: 4

Durchschnittliches
Alter: ca. 5 Monate
Durchschnittliches
Gewicht: ca. 75 kg

Außentemperatur: 20° C
Relative Luftfeuchte: 72 %
Luftdruck: 720 mm

Mittel-
werte

Rektaltemperatur = E	41,4	42,0	41,4	41,2	41,5
Rektaltemperatur = Hg	41,4	42,0	41,5	41,3	41,5
Ohrspitze rechts	27,2	28,2	27,2	31,5	28,5
Ohrspitze links	27,6	28,5	27,8	30,1	28,5
Ohrgrund rechts	35,2	35,5	35,5	35,4	35,4
Ohrgrund links	35,5	35,2	35,2	35,1	35,2
Stirn zw. d. Ohren	33,6	32,7	32,6	32,9	32,7
Schulterblatt rechts	33,0	31,8	34,3	32,8	32,9
Schulterblatt links	31,5	31,6	33,8	32,2	32,3
Unterarm lateral re	33,8	32,8	31,9	32,4	32,7
Unterarm lateral li	31,7	32,8	31,2	31,5	31,8
Carpalgelenk dors. re	30,4	30,5	31,2	30,4	30,6
Carpalgelenk dors. li	31,0	31,3	29,5	30,6	30,6
Herzgegend	34,2	33,6	32,9	33,4	33,5
Lebergegend	34,6	32,8	34,8	32,3	33,6
Brust (Rippen Mitte) re	34,2	31,2	33,9	32,0	32,8
Brust (Rippen Mitte) li	32,5	32,4	32,8	32,4	32,5
Flanke rechts	34,7	31,2	34,6	32,7	33,3
Flanke links	34,2	32,6	31,5	32,5	32,7
Nabelgegend	34,0	33,8	31,4	33,3	33,1
Oberschenkel rechts	32,7	33,2	33,0	32,2	32,7
Oberschenkel links	33,6	31,9	31,7	31,9	32,2
Inguinalbeuge rechts	34,9	34,8	34,9	34,9	34,9
Inguinalbeuge links	35,2	35,4	34,2	34,6	34,8
Tarsalgelenk dors. re	31,9	31,7	32,1	31,5	31,8
Tarsalgelenk dors. li	32,8	32,5	31,2	30,9	31,8
Schwanzgrund dors.	33,7	33,2	33,7	32,5	33,2
Schwanzspitze	27,8	26,7	26,7	27,8	28,0
Rücken zw. d.	33,2	33,5	34,1	32,0	33,2
Schultern					

Tabelle XVI		Durchschnittliches		Außentemperatur: 19° C	
Anzahl der Tiere: 4		Alter: ca. 5 Monate		Relative Luftfeuchte: 70 %	
		Durchschnittliches		Luftdruck: 727 mm	
		Gewicht: ca. 75 kg		Mittel- werte	
Rektaltemperatur = E	39,2	39,5	39,5	39,1	39,3
Rektaltemperatur = Hg	39,1	39,4	39,5	39,1	39,3
Ohrspitze rechts	29,2	26,8	26,2	30,1	28,0
Ohrspitze links	29,5	22,5	24,8	29,5	28,0
Ohrgrund rechts	33,4	34,9	33,6	34,3	34,0
Ohrgrund links	34,1	34,5	33,2	33,9	33,9
Stirn zw. d. Ohren	32,0	32,5	30,8	31,5	31,7
Schulterblatt rechts	31,9	32,4	31,3	30,8	31,6
Schulterblatt links	31,8	32,1	31,5	32,0	31,8
Unterarm lateral re	31,2	31,6	30,4	30,3	30,8
Unterarm lateral li	31,5	31,0	29,9	30,4	30,7
Carpalgelenk dors. re	29,1	29,8	29,2	29,2	29,3
Carpalgelenk dors. li	29,6	29,7	28,9	29,0	29,3
Herzgegend	32,7	33,2	32,9	32,8	32,9
Lebergegend	31,2	32,3	31,4	31,7	31,6
Brust (Rippen Mitte) re	31,3	31,6	30,5	31,5	31,6
Brust (Rippen Mitte) li	30,4	32,2	30,8	31,2	31,2
Flanke rechts	31,2	31,9	31,1	31,4	31,4
Flanke links	31,3	31,4	30,5	31,2	31,1
Nabelgegend	32,8	32,0	32,5	32,2	32,3
Oberschenkel rechts	31,5	31,5	31,1	31,4	31,4
Oberschenkel links	31,2	31,8	30,7	30,9	31,1
Inguinalbeuge rechts	33,1	33,8	33,9	34,3	33,8
Inguinalbeuge links	32,9	33,5	34,0	33,6	33,5
Tarsalgelenk dors. re	30,0	30,4	29,8	30,4	30,1
Tarsalgelenk dors. li	30,4	29,8	30,1	29,4	29,9
Schwanzgrund dors.	30,4	31,4	31,0	31,6	31,1
Schwanzspitze	28,5	27,6	28,1	27,9	28,2
Rücken zw. d.	31,2	31,2	30,3	31,7	31,1
Schultern					

L e b e n s l a u f

Als Sohn des Bauern Josef Leineweber und dessen Ehefrau Anna, geb. Derenthal, wurde ich am 12. Juli 1932 in Herste, Krs. Höxter, geboren.

Nach fünfjährigem Besuch der Volksschule meines Heimatortes absolvierte ich 6 Klassen des Progymnasiums in Brakel. Im März 1954 legte ich am staatlichen altsprachlichen und neusprachlichen Gymnasium Leopoldinum I in Detmold die Reifeprüfung ab.

Im Sommersemester 1954 begann ich an der Tierärztlichen Hochschule Hannover das Studium der Veterinärmedizin. An der Tierärztlichen Fakultät der Universität München studierte ich ab Sommersemester 1957. Nach einem einsemestrigen Studium an der Tierärztlichen Hochschule Wien setzte ich mein Studium an der Universität München fort. Hier absolvierte ich im Februar 1960 mein Staatsexamen.

